

Drs. Pambudi Prasetya

PINTAR SERVIS

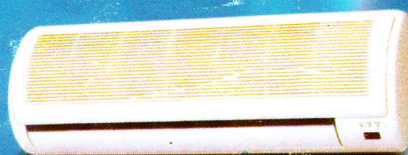
KULKAS AC (Air Conditioner)

PUSTAKAAN
AWA TIMUR

.57

RA

.4



Penerbit AMANAH Surabaya

641-137
Drs.
P
100-45
Drs. Pambudi Prasetya

**PINTAR SERVIS
KULKAS
AC
(AIR CONDITIONER)**

Penerbit "AMANAHA" Surabaya

295.084/139/19105

**PINTAR SERVIS
KULKAS DAN AC (AIR CONDITIONER)**

Oleh : Drs. Pambudi Prasetya
Design Cover : Tim "Amanah" Surabaya
Layout & Setting : Tim "Amanah" Surabaya
Dicetak oleh : "Amanah" Surabaya
Penerbit : "Amanah" Surabaya

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

MILIK
Badan Perpustakaan
Propinsi Jawa Timur

KATA PENGANTAR

Perkembangan teknologi yang semakin maju mendorong masyarakat kita pun harus menyesuaikan kondisi yang modern dengan alat-alat elektronik yang semakin beragam termasuk kulkas dan AC.

Kami memahami bahwa kulkas dan AC bukan lagi merupakan kepunyaan sebagian orang melainkan sudah menjadi kebutuhan masyarakat luas. Buku ini berisi teknik atau cara mereparasi kulkas dan AC.

Oleh karena itu kami mengetengahkan buku ini dengan harapan dapat membantu para pembaca yang mengalami kesulitan dalam memperbaiki kulkas maupun AC yang dimilikinya.

Kami menyadari bahwa dalam penyusunan buku ini masih terdapat kesalahan-kesalahan. Sebab itulah kami mengharapkan saran ataupun kritik dari para pembaca untuk hasil yang lebih baik pada penerbitan selanjutnya.

Harapan kami dengan adanya buku ini, para pembaca akan memperoleh hasil yang memuaskan dalam memperbaiki atau mereparasi kulkas dan AC yang anda miliki. Semoga berhasil!

Penerbit

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	v
Bab	
1. Cara Kerja Mesin Pendingin	7
2. Mengenal Komponen Utama Mesin Pendingin	10
- Mengenal bagian-bagian dinamo	11
- Mengenal bagian-bagian kompresor	13
- Kompresor sistem pompa putar	16
3. Mengenal Evaporator dan Cara Kerjanya	18
4. Pipa Kapiler dan Cara Kerjanya	21
- Kran ekspansi	22
- Discharge line dan suction line	22
5. Sistem Kerja Pengontrol Listrik Otomatis	24
- Alat pengaman bimetal	24
- Alat pengaman termostat	26
6. Pemeliharaan dan Pemakaian Kulkas (Lemari Pendingin)	31
7. Alat-alat Yang Harus Dipersiapkan Untuk Reparasi	35
- Multitester atau osiloskop	36
- Alat pemotong pipa	38
- Alat solder elektrik	39
- Peralatan dari taspen	39
- Seperangkat obeng lengkap (satu set)	40
- Seperangkat kunci pas	41
- Dental mirror (cermin dental)	41
- Gunting seng	42
- Pompa vaccum	42
8. Menganalisa dan Memperbaiki Kerusakan Mesin Pendingin	43
- Mesin kulkas tidak bekerja	44
- Kompresor tidak bisa start dan mendengung	45
- Kompresor bisa distart tapi starting winding tidak lepas	49

- Overload membuka, kompresor bisa distart atau berjalan	51
- Starting kapasitor terbakar	54
- Bagian relay terbakar	57
- Running kapasitor terbakar	59
- Refrigerator suction terlalu panas	61
- Gangguan berupa suara berisik	64
- Kompresor macet	65
9. Mengetahui Cara Kerja Sistem AC (Air Conditioner) ...	67
- Proses peredaran bahan pendingin	70
- Cara kerja katup ekspansi	71
- Kapasitor pada mesin AC	73
10. Menganalisa dan Meremparasi Kerusakan Mesin AC ..	75
- Memeriksa arus tegangan listrik	75
- Memeriksa elektro motor	76
- Pemeriksaan pada kompresor	77
- Kebocoran pada jaringan pipa	78
- Memeriksa fan dan motor fan	79
- Pada evaporator terdapat bunga es	80



MENGENAL CARA KERJA MESIN PENDINGIN

Kulkas atau Mesin pendingin adalah suatu rangkaian pesawat yang mampu bekerja untuk menghasilkan temperatur dingin atau suhu. Mesin pendingin bisa juga berupa freezer atau AC. AC singkatan dari *Air Conditioner*. Kulkas dan frezer fungsinya hampir sama. Fungsi AC sebagai penyejuk atau pendingin suhu udara dalam ruangan.

Proses kerja AC adalah "**penguapan**". Untuk mendapatkan penguapan diperlukan gas (udara) yang mencapai temperatur tertentu (panas). Setelah udara tersebut panas diubah agar kehilangan panas, sehingga terjadi penguapan. Di saat adanya penguapan, maka timbullah suhu di dalam temperatur rendah (dingin). Untuk memudahkan pengertian, kita contohkan seperti terjadinya pengembunan atau penguapan di alam ini. Di saat musim penghujan, bila matahari bersinar terang akan mempengaruhi udara, sehingga udara tersebut menjadi panas. Setelah udara mencapai panas tertentu maka terjadilah suatu penguapan. Dari kondisi penguapan ini, kita dapat merasakan adanya awan, dan mempengaruhi udara di sekitar kita yang terasa dingin atau sejuk.

Untuk mesin pendingin tidak bisa terjadi dengan sendirinya, melainkan harus melalui proses teknis. Yaitu menggunakan kerja mesin yang dirangkai sedemikian rupa sehingga menghasilkan temperatur dingin seperti yang

diinginkan.

Pada mesin pendingin ada zat cair yang diuapkan sebagai bahan pendingin. Zat cair yang diuapkan tersebut dinamakan zat pendingin, istilah teknisnya ialah **refrigerant** (*bahan pendingin*). Refrigerant diproses melalui penekanan-penekanan suhu, dipanaskan mencapai temperatur tertentu kemudian diuapkan dan kemudian menjadi dingin.

Pada umumnya zat bahan pendingin ini disebut **gas freon**. Freon adalah nama perusahaan yang memproduksi gas pendingin, dan umumnya orang menggunakan produk ini sehingga untuk memudahkan diistilahkan gas greon. Zat pendingin ini dipasang dalam suatu rangkaian pesawat pendingin pertama kali ketika mesin dirangkai oleh perusahaan. Sekedar diketahui saja bahwa zat pendingin yang digunakan dalam mesin pendingin akan mudah berubah-ubah. Yaitu suatu ketika akan berubah menjadi gas (uap) dan suatu ketika akan menjadi zat cair. Hal ini karena pengaruh proses kerja mesin pendingin.

Gas freon sendiri tidaklah berbahaya karena tidak bisa meledak walaupun mendapatkan tekanan tinggi dan pemanasan yang cukup. Tidak pula beracun, meskipun refrigerant bocor sehingga tidak membahayakan. Tidak pula berbau, tidak merusak kulit dan tumbuh-tumbuhan serta makanan. Karena pertimbangan segi keamanan maka gas freon dibutuhkan untuk perlengkapan mesin pendingin.

Mesin pendingin akan bisa bekerja dengan baik jika memiliki bagian-bagian yang diantaranya ialah :

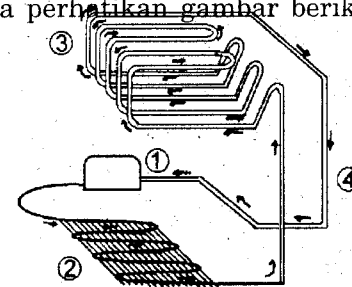
1. Kompresor (pompa hisap-tekan)
2. Kondensor (pipa pengembun)
3. Evaporator (pipa-pipa penguap)
4. Pipa penghisap

Kompresor adalah suatu alat dalam mesin pendingin

yang cara kerjanya dinamis atau bergerak. Cara kerjanya yaitu menghisap sekaligus memompa udara sehingga terjadilah sirkulasi (perputaran) udara yang mengalir dari pipa-pipa mesin pendingin.

Kondensor adalah suatu jaringan pipa yang berfungsi sebagai pengembun. Udara yang dipompakan dari kompresor akan mengalami penekanan sehingga mengalir ke pipa kondensor. Udara yang berada dalam pipa kondensor akan mengalami pengembunan. Dari sini, udara yang sudah mengembun dan menjadi zat cair akan mengalir menuju pipa evaporator.

Pipa Evaporator yaitu jaringan pipa yang berfungsi sebagai penguapan. Zat cair yang berasal dari pipa kondensor masuk ke evaporator lalu berubah wujud menjadi gas dingin karena mengalami penguapan. Selanjutnya udara tersebut mampu menyerap kondisi panas yang ada dalam ruangan mesin pendingin. Selanjutnya gas yang ada dalam evaporator akan mengalir menuju kompresor karena terkena tenaga hisapan. Demikianlah terus menerus sirkulasi udara dan perubahannya dalam rangkaian mesin pendingin. Selanjutnya perhatikan gambar berikut ini :



Gb. Skema cara kerja mesin pendingin

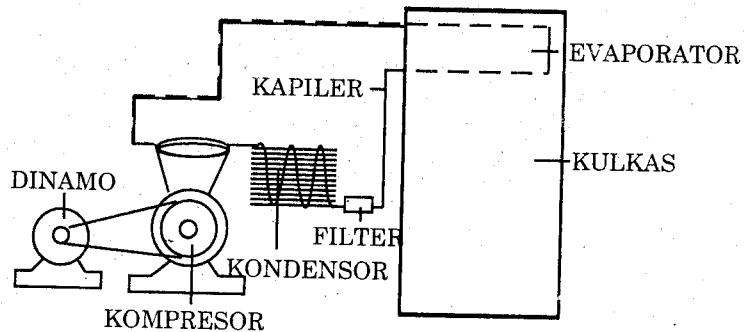
Keterangan :

- | | |
|--------------------|--------------------|
| 1. Mesin kompresor | 3. Pipa evaporator |
| 2. Pipa kondensor | 4. Pipa penghisap |

MENGENAL KOMPONEN UTAMA MESIN PENDINGIN

Untuk memperbaiki atau mereparasi mesin pendingin secara tepat dan benar maka anda harus mengenal bagian-bagian alat mesin pendingin dan cara kerjanya, salah satunya ialah bagian alat mesin yang disebut *kompresor*.

Pada bab pertama telah dijelaskan bahwa kompresor adalah bagian alat mesin pendingin yang cara kerjanya bisa menghisap dan menekan udara sehingga terjadi sirkulasi gas (udara dan zat cair) dalam jaringan pipa-pipa. Kompresor bisa bergerak jika diberi tegangan listrik. Karena untuk menggerakkannya harus menggunakan listrik. Dan kompresor yang bisa menekan gas atau udara dan menghisapnya harus dilengkapi dengan dinamo (motor). Motor atau dinamo berfungsi sebagai penggerak kompresor. Perhatikan gambar berikut ini :



Gb. Dinamo dan Kompresor

Dinamo yang mendapatkan tenaga arus listrik (AC) akan berputar. Karena porosnya dilengkapi dengan ban (belt) yang menghubungkan poros engkol kompresor, maka secara otomatis pula kompresor bekerja melakukan penghisapan udara dan pemompaan.

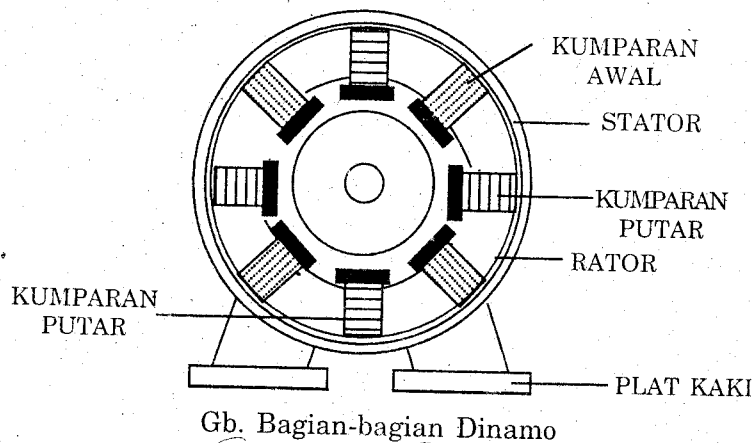
MENGENAL BAGIAN-BAGIAN DINAMO

Dinamo disebut juga **elektromotor** atau **motor listrik**. Jika dinamo ini rusak, maka semua rangkaian alat pada mesin pendingin tidak akan berfungsi. Oleh sebab itu, pada uraian ini dibicarakan terlebih dahulu.

Pada dasarnya dinamo yang digunakan untuk penggerak kompresor mesin pendingin (baik kulkas maupun AC) memakai sistem empat kutub, yang berarti untuk tenaganya diperlukan arus bolak-balik dari PLN. Dinamo yang menggunakan arus bolak-balik memiliki bagian konstruksi sebagai berikut :

1. rotor
2. sepatu kutub magnet
3. spoel atau kumparan awal
4. spoel atau kumparan putar
5. stator

Dinamo yang menggunakan sistem empat kutub ini memiliki keunggulan jika dibandingkan dengan yang menggunakan dua kutub, misalnya ialah cara gerakan putarannya lebih stabil dan tenang, serta tenaga putarannya maksimal (kuat). Perhatikan gambar berikut ini!

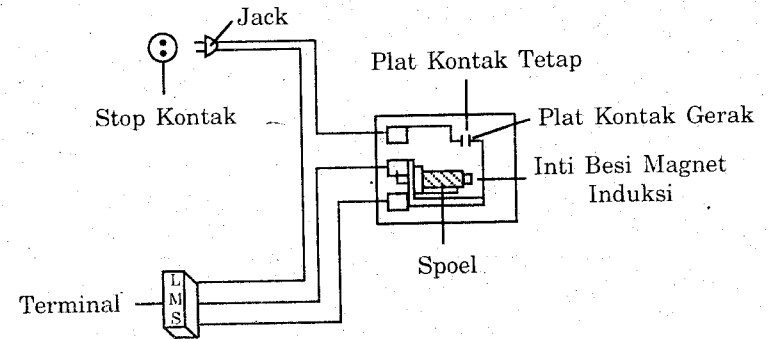


Rotor pada dinamo merupakan suatu perangkat dinamis (yaitu yang bisa bergerak) jika mendapatkan aliran listrik. Sedangkan **stator**, merupakan bagian dari dinamo yang tetap (tidak bergerak). Begitu juga dengan kumparan serta sepatu kutub magnet, semua itu disebut sebagai bagian yang statis (tidak bergerak).

Pada gambar di atas, anda bisa memperhatikan bahwa pada dinamo terdapat delapan buah kumparan atau spoel. Empat buah spoel terdiri dari kawat nikelin (kawat tembaga berisolasi) dengan diameter agak kecil. Sedangkan yang empat spoel terdiri dari kumparan kawat yang lebih besar.

Empat buah spoel yang terdiri dari kumparan kawat berdiameter agak kecil disebut spoel awal (kumparan awal). Satu dengan lainnya saling berhubungan karena dihubungkan dengan kawat tersebut. Fungsinya ialah untuk membangkitkan gaya magnet manakala dinamo pertama kali mendapatkan tegangan arus listrik. Jika rotor sudah bergerak sekian detik, maka spoel awal tersebut memutuskan diri dari kontak arus, sehingga daya kerja berikutnya dilanjutkan oleh empat spoel putar.

Spoel awal yang berfungsi sebagai pembangkit atau penguat magnet akan putus kontak dengan sendirinya jika poros atau rotor sudah berjalan dan telah digantikan dengan **empat spoel putar**. Hal ini terjadi secara otomatis. Lihat gambar berikut ini!

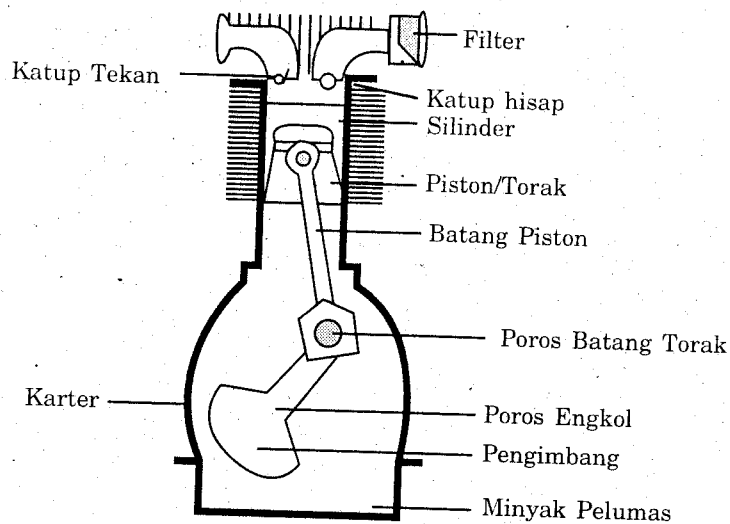


Gb. Piranti otomatis untuk spoel awal

MENGENAL BAGIAN-BAGIAN KOMPRESOR

Kompresor adalah suatu alat pada mesin pendingin. Daya gerakannya yang menghisap dan memompa gas bergantung pada elektromotor (dinamo). Jika dinamo berputar maka ia akan bekerja karena dari poros dinamo dihubungkan dengan ban ke poros kompresor. Dengan tarikan ban secara berputar sehingga kompresor bisa berfungsi.

Ada dua sistem kompresor, yakni yang menggunakan pompa piston dan pompa putar. Namun pada umumnya, mesin pendingin banyak yang menggunakan pompa piston. Piston disebut juga dengan istilah **torak**. Namun sebelum membahas perbedaan kompresor piston dengan kompresor putar, perhatikan dulu bagian-bagian dari kompresor piston berikut ini!



Gb. Konstruksi Kompresor Pendingin

Katup tekan ialah sebuah katup dalam ruangan kompresor yang berfungsi menekan gas atau udara menuju ke pipa kondensor. Katup ini akan membuka jika terkena tekanan piston dalam silinder. Yaitu manakala piston bergerak menekan ke atas.

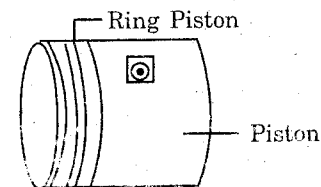
Katup hisap yaitu katup yang cara kerjanya berlawanan dengan katup tekan. Katup ini akan menutup manakala katup tekan terbuka. Dan ia akan membuka manakala katup tekan tertutup. Hal tersebut akan bergerak secara berirama dan bergantian seiring gerakan maju mundur piston dalam silinder. Jika piston turun maka katup hisap akan membuka, maka terjadilah hisapan udara dari filter, yang berasal dari pipa penghisap.

Filter udara terpasang sebelum katup hisap. Dipasanginya filter udara di bagian depan katup hisap ini tujuannya ialah agar udara yang dihisap oleh kompresor tetap bersih, tidak tercemar oleh debu atau yang lainnya.

Silinder adalah bagian dari kompresor yang berfungsi sebagai rumah piston atau torak. Silinder tidak boleh bocor ataupun tergores. Jika silinder bocor atau tergores maka daya tekanan kompresi akan berkurang, sehingga kurang mampu menekan atau menghisap udara.

Piston disebut juga torak. Fungsinya untuk memompa dan menghisap udara sehingga dalam saluran pipa-pipa mesin pendingin terjadi adanya sirkulasi gas. Piston bergerak maju mundur atau naik turun sejalan dengan gerakan engkol. Di mana engkol ini dipengaruhi oleh putaran poros, sedangkan poros dipengaruhi oleh putaran rotor pada dinamo.

Seperti halnya pada mesin sepeda motor, piston memiliki ring-ring. Pada piston ini terdapat tiga celah yang dipakai sebagai tempat ring. Jika ring bocor atau tidak tepat pemasangannya, maka udara dalam ruang silinder akan bocor, akibatnya daya tekan kompresi dan daya hisap berkurang. Ini sangat mempengaruhi proses pendinginan pada saluran pipa-pipa. Ring piston yang dipasang bertujuan untuk mendapatkan kerapatan pada ruang silinder.

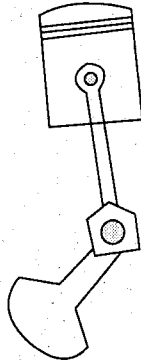


Gb. Piston atau torak dan ring ringnya

Batang torak atau batang piston adalah suatu alat yang berfungsi menghubungkan piston atau torak dengan engkol. Batang piston berupa logam besi sedemikian rupa yang ujung-ujungnya diberi spie (pen) yang gunanya untuk mengkaitkan piston pada engkol. Jika engkol bergerak berputar sejalan dengan putaran porosnya maka engkol

akan bergerak maju mundur, dan gerakan ini menekan serta menarik piston secara berirama.

Engkol juga terbuat dari logam yang dikaitkan pada sebuah poros. Dengan demikian engkol akan mengikuti putaran poros sehingga mempengaruhi gerak maju mundur batang piston.



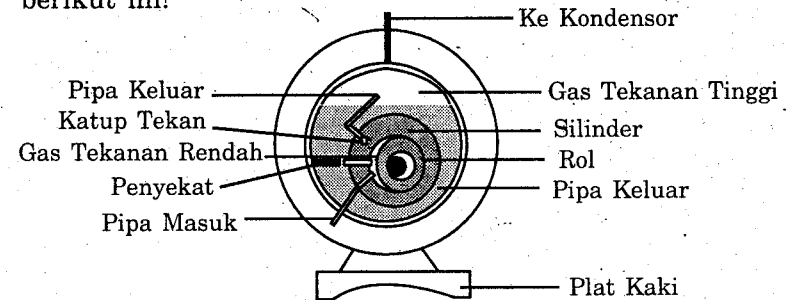
Gb. Batang piston dan engkol

Poros engkol terangkai dengan engkolnya. Dan engkol dirangkai dengan batang piston. Poros engkol jika bergerak akan mengubah posisi batang piston sehingga terjadilah gerakan maju mundur atau naik turunnya piston.

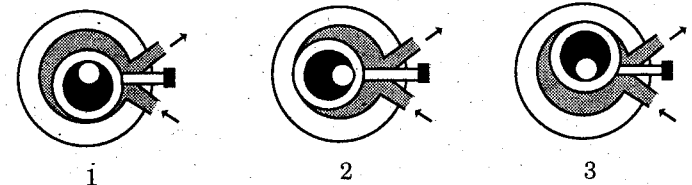
KOMPRESOR SISTEM POMPA PUTAR

Selain menggunakan sistem piston, ada pula kompresor yang menggunakan sistem pompa putar. Pada kompresor sistem pompa putar ini lebih sederhana dan praktis jika dibandingkan dengan sistem piston. Kompresor sistem ini mengandalkan gerakan ring atau cincin yang berputar. Pemasangan cincin dilakukan sedemikian rupa pada poros sehingga jika berputar kadang memampatkan dinding silinder dan kadang memisahkannya. Jika sebelah atau sisi silinder terkena tekanan cincin, maka sisi lainnya

membuka. Perhatikan konstruksi kompresor pompa putar berikut ini!



Gb. Konstruksi kompresor pompa putar



Gb. Proses putaran pompa

Keterangan :

1. Kedudukan cincin menyentuh dinding silinder dekat katup pipa masuk, dengan demikian gas dari pipa masuk akan tersedot jika cincin terus bergerak sedangkan gas yang berada di dalam silinder akan tertekan keluar (ke kondensator).
2. Kedudukan cincin menyentuh atau memampatkan dinding silinder berikutnya berarti udara dengan kuat masuk melalui pipa masuk dan keluar ke pipa kondensor.
3. Kedudukan cincin menekan atau memampatkan dinding silinder dekat pipa atau katup keluar, sehingga sisi lainnya kosong terisi oleh gas atau udara yang tersedot (terhisap).

MILIK

Badan Perpustakaan

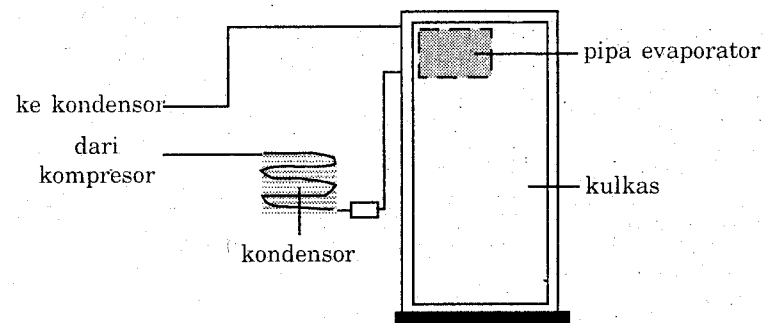
Mereparasi Kulkas dan AC Propinsi Jawa Timur

MENGENAL EVAPORATOR DAN CARA KERJANYA

Evaporator merupakan salah satu bagian dari alat mesin pendingin. Kulkas, freezer maupun AC selalu dilengkapi dengan evaporator. Evaporator adalah jaringan atau bentuk pipa yang dikonstruksi sedemikian rupa. Fungsinya sebagai alat penguapan.

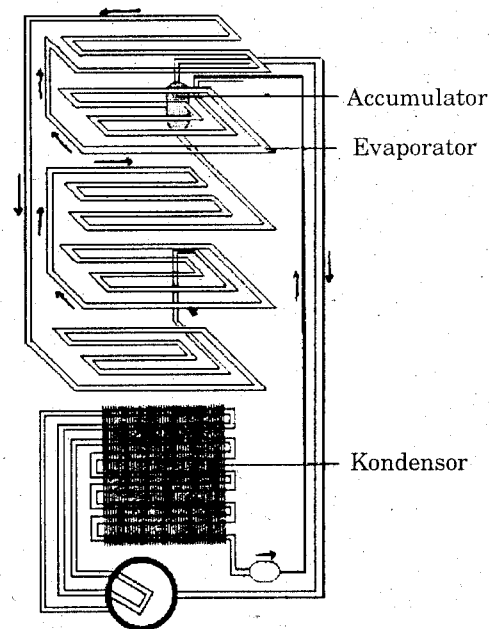
Pipa evaporator ada yang terbuat dari bahan tembaga, besi, aluminium atau dari kuningan. Namun kebanyakan terbuat dari aluminium dan besi. Kerusakan yang sering dijumpai pada evaporator ialah kebocoran pipanya. Hampir semua kerusakan terjadi karena kebocoran sehingga mesin pendingin tidak mampu mendinginkan ruangan (pada kulkas ialah ruangan pendingin).

Adapun cara kerja bagian evaporator ialah menguapkan gas yang masuk dari pipa kondensor. Gas refrigerant dari kompresor masih dalam temperatur yang sangat tinggi. Artinya kalorinya (panasnya) dinaikkan. Setelah itu karena dorongan dari kompresor, ia mengalir masuk ke pipa-pipa kondensor. Dalam pipa kondensor ini, gas mengalami perubahan menjadi dingin. Selanjutnya mengalir terus menuju pipa kapiler. Dari pipa kapiler merambat menuju ke pipa evaporator.



Gb. Pipa evaporator berada dalam ruang mesin pendingin/kulkas

Untuk mengetahui bentuk pipa evaporator selanjutnya, perhatikan gambar berikut ini! Gb. Pipa evaporator sebagai penguap



Pada kulkas terdapat ruangan yang berbeda-beda suhu udaranya. Biasanya pada ruangan atas adalah yang paling rendah temperaturnya dibandingkan bagian bawah. Hal ini diatur karena pengaruh konstruksi pipa evaporatornya. Pada pipa yang terdapat pengembunan, sangat dingin ditempatkan di bagian atas. Jika pada pipa evaporator yang paling dingin mengalami kebocoran, hendaknya diganti dengan yang baru. Bila dilakukan penyoderan, dikhawatirkan akan rusak kembali dan mesin pendingin, tidak bisa bekerja sebagaimana yang kita harapkan.

Akan tetapi jika yang bocor itu pada bagian yang jauh dari pipa kapiler dan dianggap bisa dipatri, sebaiknya dipatri saja untuk menghemat biaya.

Bagian yang bocor pada pipa evaporator tidak bisa diketahui dengan mudah dan begitu saja. Namun harus menggunakan cara agar dapat memastikan daerah mana yang dinyatakan mengalami kebocoran. Sebab biasanya kebocoran tidaklah berlubang besar sehingga tidak bisa dilihat dengan mata atau diraba dengan tangan. Caranya ialah, lumuri seluruh permukaan pipa evaporator dengan air sabun. Dari situ anda akan mengetahui bagian yang bocor, yang kemudian harus ditandai. Selanjutnya, jika memungkinkan untuk dipatri, lakukanlah perbaikan dengan cara ini saja. Jika pipa dari alumunium sebaiknya ganti dengan yang baru.

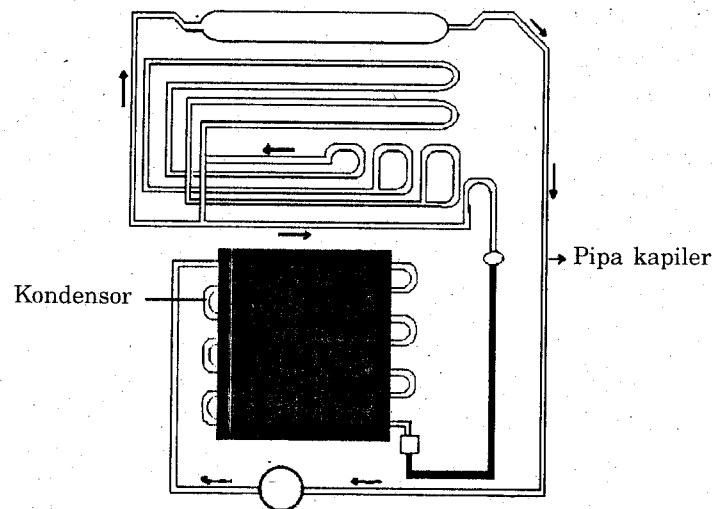
BAB
4**PIPA KAPILER DAN
CARA KERJANYA**

Pipa kapiler (*capillary tube*) adalah suatu pipa pada mesin pendingin yang mempunyai diameter paling kecil jika dibandingkan dengan pipa-pipa lainnya. Jika pada evaporator pipanya mempunyai diameter 5/16 inci, maka untuk pipa kapiler berdiameter 0,026 atau 0,031. Kebanyakan kerusakan yang bisa dijumpai pada pipa kapiler ini ialah bocor dan jika tidak mengalami kebocoran maka kemungkinan lainnya ialah tersumbat.

Pipa kapiler berfungsi untuk menurunkan tekanan dan mengatur cairan refrigerant (udara refrigerant) yang merayap dari pipa-pipa kondensor. Namun sebelum gas refrigerant merayap ke pipa kapiler, ia harus melalui alat yang disebut *dried stainer*. Dried stainer ialah saringan gas yang sudah terpasang oleh pabrik mesin pendingin. Fungsi dari dried stainer ialah menyaring dan menyerap debu yang akan masuk ke ruang pipa berikutnya (kapiler dan evaporator). Dried Stainer berupa tabung kecil dengan diameter antara 12-15 mm, sedangkan panjangnya tak kurang dari 14-15 cm.

Ada dua macam pipa kapiler yang mempunyai fungsi berbeda dalam mesin pendingin. Yaitu pipa kapiler sebagai pengubah panas (*heat exchanger*) dan pipa yang satunya berfungsi sebagai penghisap gas dari pipa evaporator. Ketika gas freon atau refrigerant pada pipa *capillary heat exchanger* masih dalam keadaan bertekanan tinggi, namun ketika masuk dan merayap pada penghisap sudah berubah suhunya

menjadi rendah. Dari pipa kapiler penghisap akan merayap tersedot ke motor listrik atau dinamo. Demikianlah putaran gas refrigerant (freon) yang terus menerus di saat mesin hidup dan sebelum otomatis memutus kontak.



Gb. Pipa kapiler pada mesin pendingin

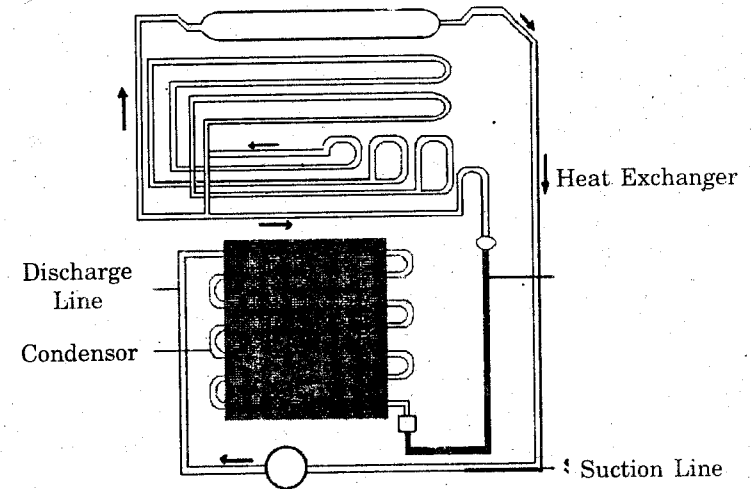
KRAN EKSPANSI

Kran ekspansi banyak dijumpai pada mesin-mesin pendingin. Fungsinya sebagai pengontrol refrigerant yang merayap dari pipa ke satu pada jenis pipa lainnya. Fungsinya sama dengan pipa-pipa kapiler yaitu menurunkan cairan refrigerant. Ada dua macam kran ekspansi yang banyak dijumpai pada mesin-mesin pendingin, yaitu kran ekspansi otomatis dan kran ekspansi thermostatis.

DISCHARGE LINE DAN SUCTION LINE

Selain pipa-pipa utama misalnya kondensor, pipa kapiler dan evaporator, ada juga dijumpai pipa-pipa

tambahan. Pada mesin pendingin umumnya ada pipa tambahan seperti *discharge line* dan *suction line*.



Gb. Pipa discharge line dan suction line

Pipa discharge line berfungsi sebagai pipa tambahan penyaluran udara (gas refrigerant) keluar dari dalam mesin. Prosesnya ialah udara yang dipompakan atau ditekan oleh kompresor akan merayap masuk ke pipa tambahan discharge line ini, kemudian diteruskan ke pipa kondensor. Pipa ini pun bisa mengalami kebocoran, oleh sebab itu dalam perbaikannya, jangan dilupakan untuk memeriksanya.

Sedangkan pipa suction line adalah pipa tambahan yang fungsinya sebagai penyaluran gas refrigerant atau freon ke dalam mesin. Prosesnya ialah gas freon tersebut merayap dari pipa evaporator yang temperaturnya rendah (terjadi kondisi penguapan), kemudian merayap ke bagian accumulator. Dari accumulator diserap oleh pipa kapiler (kapiler penghisap) kemudian merayap terus menuju pipa suction line yang selanjutnya masuk ke katup di kompresor.

BAB 5 SISTEM KERJA PENGONTROL LISTRIK OTOMATIS

Pada mesin pendingin, baik kulkas maupun AC dilengkapi dengan pengontrol listrik otomatis. Tujuan dari pengontrol otomatis ini ialah untuk menghindari adanya kerusakan akibat gerakan dinamo dan kompresor yang terus menerus melakukan penekanan. Jika tidak dilengkapi dengan pengontrol otomatis, maka mesin pendingin akan terus menerus bekerja walaupun tekanan atau suhu di dalam pipa mengalami temperatur suhu yang maksimal. Ada beberapa alat otomatis sebagai pengaman antara lain *thermostat*, *pengaman bimetal*, *starting relays*, dan *pressure motor kontrol*.

Alat Pengaman Bimetal

Bimetal ialah suatu alat kontrol listrik sebagai pengaman mesin pendingin. Tujuan penggunaan bimetal untuk melindungi dan mengamankan dinamo (motor listrik) dari tegangan listrik. Prinsip kerja bimetal ialah apabila ada tegangan PLN yang naik terlalu tinggi maka bimetal segera memutuskan hubungan sehingga motor listrik (dinamo) tidak terkena aliran yang tinggi. Jika aliran tegangan tinggi dari PLN masuk ke kumparan (spoel) tanpa bimetal terjadilah arus yang mengakibatkan spoel terbakar.

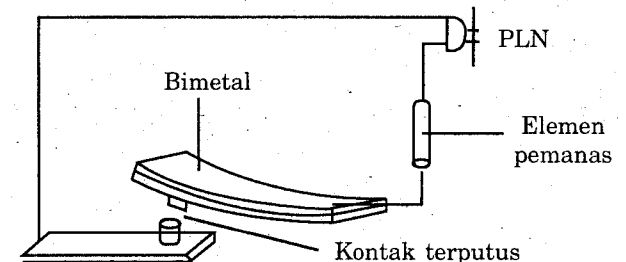
Bimetal terbuat dari plat yang tak tahan dengan temperatur yang tinggi (panas). Oleh pabrik dibuat berupa plat berlapis dua. Jika terkena panas maka ia akan

melengkung. Plat yang satu dengan yang lainnya (yang digabung menjadi satu) mempunyai daya muai yang berbeda sehingga peristiwa melengkung dapat diatur.

Alat pengaman ini dipasang dekat dengan soket atau jeck yang menuju ke stop kontak PLN. Plat bimetal dihubungkan dengan kawat nikelin (kawat berisolasi) kemudian dirangkai dengan elemen panas. Selanjutnya dari elemen panas disambung dengan salah satu kabel jeck ke stop kontak PLN.

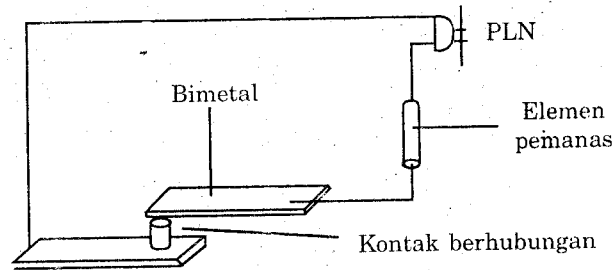
Adapun cara kerja pengaman bimetal ini adalah sebagai berikut :

- Jika tegangan dari PLN mendadak naik, maka elemen panas akan bereaksi yang selanjutnya mengalir ke plat bimetal melalui kawat nikelin sebagai penghubung. Akibatnya plat bimetal yang tak tahan panas memuai dan menjadi melengkung. Dengan melengkungnya bimetal sehingga kontak dengan kutub lain akan membuka. Yang artinya tegangan menjadi putus (tak ada tegangan). Dinamo tidak bekerja.



Gb. Bimetal terkena tegangan tinggi, kontak terputus

- Jika tegangan dari PLN wajar (tidak tinggi) maka elemen panas bekerja dengan tidak bereaksi. Begitu juga plat bimetal tak akan dapat aliran panas. Plat menjadi lurus dan terjadi hubungan (kontak) antara kutub yang satu dengan yang lain. Dengan demikian motor mendapatkan tenaga dari arus listrik.



Gb. Bimetal yang tak terkena tegangan (tegangan tidak tinggi), maka terjadi kontak antara kutub satu dengan lainnya

ALAT PENGAMAT THERMOSTAT

Alat pengaman yang lainnya pada mesin pendingin ialah jenis thermostat. Ini yang umum dipakai.

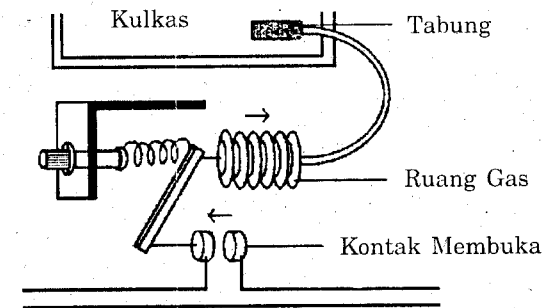
Adapun fungsi thermostat pada mesin pendingin adalah sebagai berikut :

1. Mengatur batas suhu dalam ruangan evaporator
2. Mengatur lamanya kompresor dan dinamo berhenti
3. Mengatur untuk menjalankan kembali dinamo dan kompresor bekerja

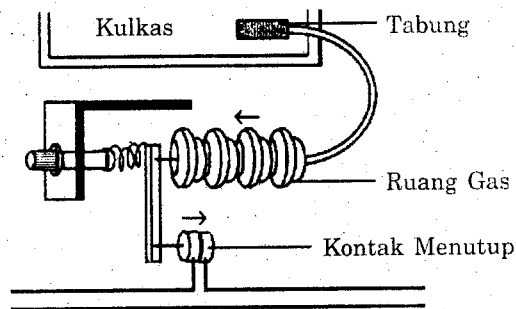
Pada thermostat dilengkapi dengan tabung yang berisi cairan. Di mana cairan ini akan mudah sekali menguap. Tabung tersebut ditempatkan pada ruangan mesin

pendingin (ruang evaporator) kemudian disalurkan oleh pipa kapiler ke ruang gas.

Prinsip kerjanya ialah jika ruangan dalam mesin pendingin, mencapai titik beku (dalam evaporator mencapai temperatur yang sangat rendah), maka cairan dalam tabung thermostat membeku. Cairan yang membeku akan menyusut. Dengan terjadinya penyusutan berarti gas dari ruang gas akan mengalir ke pipa kapiler yang kosong. Ruang gas menjadi kendur. Pegas akan menekannya sehingga kontak saklar membuka. Dengan demikian terputuslah hubungan arus listrik dari PLN. Berarti dinamo berganti dan kompresor berhenti dalam waktu yang relatif lama. Apabila ruangan mesin pendingin (pada evaporator) suhunya naik lagi dan tidak pada titik beku, dalam tabung akan berubah mencair yang berarti ruang gas memberi tekanan. Saklar kontak akan berhubungan. Motor (dinamo) dan kompresor bekerja lagi, demikianlah berturut-turut.



Gb. Thermostat dalam keadaan putus (kontak terbuka)



Gb. Thermostat dalam keadaan bersambung
(kontak tertutup)

Selain terdapat sistem tekan yang sederhana sebagaimana dijelaskan di atas, ada pula thermostat yang memakai sistem ungkit. Cara kerjanya hampir sama, hanya stop kontak yang berbeda.

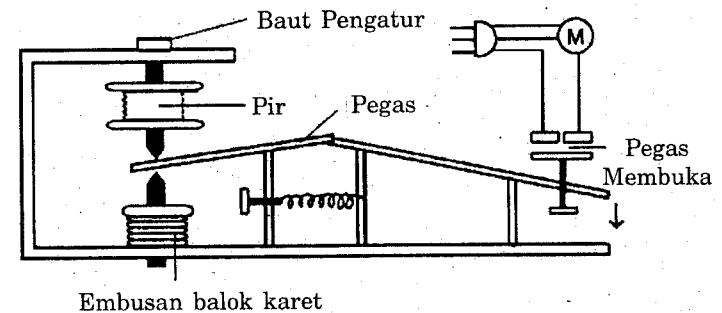
Pada **thermostat sistem ungkit** ini mempunyai komponen :

1. *bellows* yaitu semacam karet yang berisi gas
2. *pier* atau *spring*
3. *baut pengatur jarak*
4. *saklar* atau *stop kontak*
5. *pipa kapiler*

Bellows adalah ruang gas (sama dengan thermostat sistem tekan di atas). Sedangkan pier adalah untuk menekan bellows tetapi jika bellows mengembang maka pier dengan sendirinya akan tertekan. Prinsip kerjanya adalah sebagai

berikut :

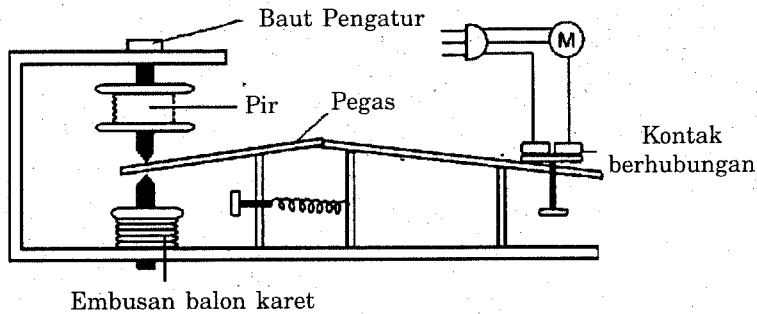
- Jika suhu pada evaporator berada pada titik beku maka gas yang ada pada bellows akan mengalir ke pipa kapiler karena dalam tabung terdapat ruang hampa. Dengan demikian bellows akan mengerut dan pier menekan ke bawah.
- Apabila pier menekan ke bawah maka pegas akan tertekan ke bawah. Dengan demikian sisi lainnya membuka sehingga hubungan listrik terputus. Berarti dinamo dan kompresor berhenti bekerja.



Gb. Pegas membuka sehingga hubungan arus PLN terputus (dinamo mati)

- Apabila motor dan kompresor mati secara perlahan-lahan evaporator suhunya mulai naik (pembekuan mulai mencair). Dengan demikian pada tabung mengalami pemuatan gas yang menekan bellows melalui kapiler. Bellows mengembang ke atas menekan pegas. berarti sisi lain dari pegas pun bergerak ke atas menekan pegas. Berarti sisi lain dari pegas pun bergerak ke atas, terjadilah

kontak hubungan arus listrik. Dengan demikian, motor dan kompresor bekerja kembali.

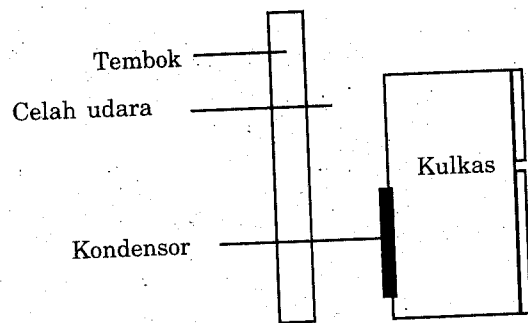


Gb. Pegas menutup sehingga arus PLN berhubungan (dinamo bekerja lagi)

BAB 6 PEMELIHARAAN DAN PEMAKAIAN KULKAS (LEMARI PENDINGIN)

Pemeliharaan dan pemakaian perlu juga diperhatikan dalam penggunaan mesin pendingin terutama kulkas dan freezer. Hal ini agar kulkas tidak mudah mengalami kerusakan dan gangguan. Untuk menjadikan lemari es (kulkas dan freezer) menjadi tahan lama dan tidak mudah rusak.

Penempatan lemari es juga harus diperhatikan. Ingat, di bagian belakang terdapat jaringan pipa kondensor yang berada di luar ruangan lemari es itu sendiri. Pipa kondensor harus mendapatkan udara yang cukup baik agar bisa bekerja dengan sempurna. Oleh sebab itu, lemari es jangan ditempatkan sangat dekat tembok. Jangan sampai bagian belakang menyentuh tembok. Hal ini mengakibatkan kerusakan pada pipa kondensor. Atau secara tidak langsung akan mengurangi daya pipa tersebut untuk mendapatkan udara dari luar yang cukup baik. Berilah jarak yang cukup sehingga tidak sampai menyentuh tembok.



Gb. Penempatan mesin pendingin yang baik

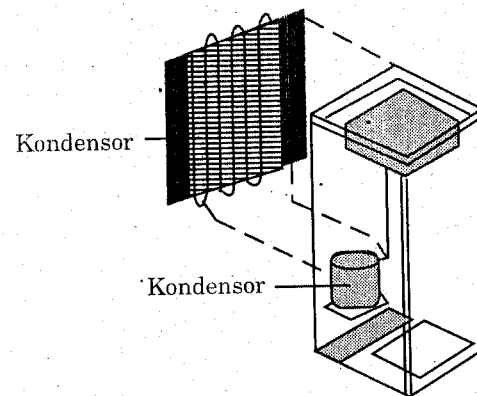
Jangan terlalu sering membuka dan menutup pintu mesin pendingin. Akibat dari seringnya membuka dan menutup pintu kulkas akan menimbulkan :

1. hawa dingin dari dalam ruangan lemari pendingin menjadi berkurang
2. pada pipa evaporator akan timbul bunga-bunga es yang membeku sehingga mempengaruhi dan menghambat proses pendinginan

Sebaiknya penyimpanan barang-barang seperti sayuran, telur dan botol atau kaleng dalam ruangan mesin pendingin diperhatikan jarak kerapatannya. Jika terlalu rapat dan penuh sesak akan menghambat sirkulasi suhu dingin di dalamnya. Aturlah sedemikian rupa dan usahakan jangan terlalu padat sehingga peredaran suhu dingin merata ke segala penjuru ruangan di dalam kulkas.

Periksa dan bersihkan pipa kondensor yang berada di belakang kulkas (mesin pendingin) sekurang-kurangnya sebulan sekali. Biasanya pada pipa kondensor akan tertempel debu-debu. Jika debu dibiarkan menempel di permukaan pipa kondensor, hal ini akan mempengaruhi cara kerja pipa tersebut. Proses pendinginan akan terganggu

dan terhambat. Bersihkan dengan menggunakan kuas halus secara perlahan-lahan dan hati-hati.



Gb. Pipa kondensor dibersihkan minimal satu bulan sekali

Masalah lain yang perlu diperhatikan ialah tegangan yang diperlukan oleh mesin pendingin. Untuk mesin pendingin, lemari es atau freezer baru, perhatikan tandanya berapa volt tegangan yang dibutuhkan untuk menghidupkan mesin tersebut. Sebab ada kulkas yang menggunakan tegangan 110 volt dan ada pula yang menggunakan 220 volt. Sesuaikan dengan voltage di rumah anda. Bila menggunakan voltage 220 volt maka stel pada posisi 220 volt (beli yang menggunakan voltage sebesar itu). Jangan sekali-kali kulkas bervoltage 110 volt anda tancapkan pada PLN 220 volt. Akibatnya dinamo terbakar.

Pada permukaan pipa evaporator biasanya dalam waktu yang relatif lama akan tertempel bunga-bunga es fan mengeras. Maka hal ini perlu dilakukan pembersihan. Untuk membersihkan bagian permukaan pipa evaporator,

maka perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut ini :

1. Matikan hubungan motor listrik (dinamo) dengan aliran listrik. (Cabut jack tau socket ke stop kontak PLN).
2. Biarkan beberapa saat sampai es yang mengeras dan menempel pada permukaan pipa evaporator mencair.
3. Jika keadaan es di permukaan pipa evaporator sudah mencair maka gosoklah dengan menggunakan kain lap yang telah dibasahi dengan air hangat. Jangan sekali-kali membersihkan permukaan pipa evaporator dengan benda keras atau tajam. Jangan pula menggunakan cairan kimia. Hal itu akan mengakibatkan kerusakan pada pipa tersebut.
4. Pada ruangan dan bagian luar lemari pendingin cukup dibersihkan dengan kain lap lunak yang terlebih dahulu dibasahi dengan air sabun atau air hangat.

Disamping perawatan sebagaimana dijelaskan di atas, alangkah baiknya sekali awaktu anda memeriksa dengan teliti terhadap kabel-kabel yang berhubungan dengan jack stop kontak PLN. Adakah yang aus atau putus. Periksa pula sambungan-sambungan jika ada. Adakah sambungan yang korsleting dengan yang lain.

Disarankan pula untuk memeriksa ketika kompresor dalam keadaan sedang bekerja. Adakah kerusakan atau gangguan-gangguan. Dengarkan dengan cermat suara mesin kompresor barangkali ada suara cacat atau sesuatu yang tidak beres.

Rangkaian pengaman atau otomatis kontrol hendaknya diperiksa sekali waktu. Dimungkinkan ada kerusakan pada bagian rangkaian ini. Jika ada kerusakan maka mesin pendingin akan terus bekerja walaupun pada pipa evaporator mempunyai suhu yang berada pada titik beku.



ALAT-ALAT YANG HARUS

DIPERSIAPKAN UNTUK REPARASI

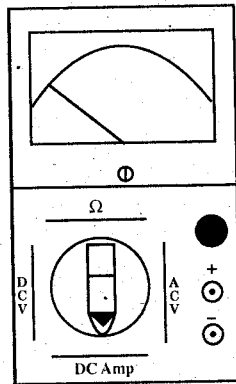
Selain mengerti tentang bagian-bagian dari mesin pendingin, kita juga membutuhkan seperangkat alat-alat kerja. Tanpa alat kerja, anda tak mungkin bisa memperbaiki mesin pendingin yang rusak dengan baik. Bahkan sebaliknya, yang terjadi adalah kerusakan semakin parah. Oleh sebab itu, siapkanlah seperangkat alat-alat untuk membantu memudahkan anda bekerja.

Adapun alat-alat atau perlengkapan yang dibutuhkan sebagai perlengkapan kerja reparasi mesin pendingin adalah sebagai berikut :

1. Multitester atau osiloskop
2. Alat pemotong pipa
3. Alat solder elektrik
4. Palu besi kecil
5. Seperangkat obeng (satu set)
6. Seperangkat kunci (satu set)
7. Gunting seng
8. Gergaji besi (satu set)
9. Dental mirror (cermin pembesar)
10. Pompa vacuum
11. dan alat-alat lainnya

MULTITESTER ATAU OSILOSKOP

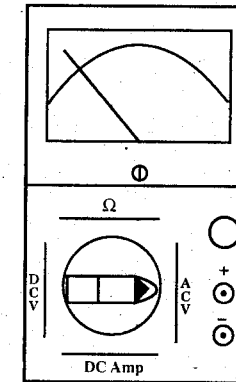
Salah satu alat perlengkapan kerja yang perlu dipersiapkan ialah multitester atau osiloskop. Namun banyak orang yang umumnya menggunakan multitester. Pada multitester bisa dipakai untuk mengukur voltmeter, ampere meter, dan ohm meter. Alat ini sangat penting dan serba guna untuk mengetahui keadaan-keadaan, baik arus, tegangan maupun sambungan-sambungan pada kumparan. Perhatikan gambar multitester berikut ini!



Gb. Multitester

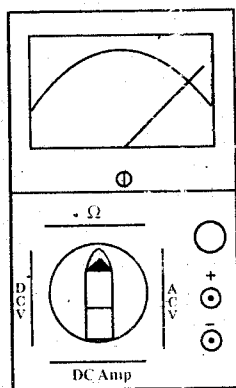
Multitester dapat dipakai untuk mengetes (memeriksa) secara serba guna. Misalnya untuk mengukur ampere, voltase maupun sambungan-sambungan yang putus, misalnya pada spoel dinamo dan lain sebagainya. Jangan sekali-kali memutar saklar multitester pada DC volt, sebab anda akan memeriksa voltase AC. Jika menggunakan DC volt maka multitester akan terbakar. Perhatikanlah langkah-langkah berikut ini!

- Jika hendak mengukur atau mengetahui seberapa besar voltase AC yang masuk pada motor (dinamo) maka kita harus mengukur arusnya. Putar saklarnya pada multitester menunjuk pada tanda ACV (AC Volt). Anda dapat memperkirakan seberapa besar maksimal voltase yang diukur. Sesuaikan saklar pada nomor kodenya.



Gb. Saklar menunjuk ke AVC

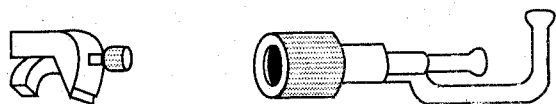
- Jika hendak mengetahui kumparan pada dinamo putus tidaknya, bisa menggunakan multitester ini. Atau memeriksa apakah antara spoel yang satu dengan lainnya terjadi korseleting (hubungan pendek). Perhatikan penyetelan saklarnya.
- Saklar pada multitester harus menunjuk pada kode posisi ohm meter (bagian atas).



Gb. Saklar multimeter menunjuk ohm meter

ALAT PEMOTONG PIPA

Untuk pekerjaan reparasi mesin pendingin harus dipersiapkan salah satu alat yang berfungsi untuk memotong pipa-pipa yang dianggap tidak bisa digunakan (terjadi kerusakan). Alat ini sangat penting artinya sebab disamping bisa dipakai untuk memotong pipa, juga bisa berfungsi untuk memperkecil ujung pipa, sehingga diameternya menjadi kecil dan mudah dimasukkan pada pipa yang diameternya besar. Jangan sekali-kali memotong pipa dengan menggunakan gunting, sebab pipa yang kecil itu akan menjadi gepeng ujungnya.

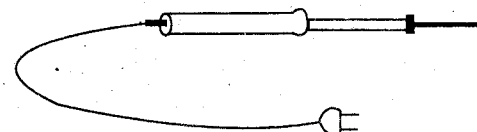


Gb. Alat pemotong pipa mesin pendingin

ALAT SOLDER ELEKTRIK

Alat solder elektronik diperlukan untuk mereparasi mesin pendingin. Alat ini fungsinya untuk menyolder pipa yang bocor atau dalam pekerjaan penyambungan. Namun yang perlu diketahui bahwa solder elektrik yang dipakai di sini tidak sama dengan yang digunakan para reparasi radio. Solder yang diperlukan ialah yang berkekuatan di atas 250 watt agar bisa melelehkan timah keras.

Apabila kebocoran kecil terjadi pada pipa-pipa yang dialiri tekanan gas dingin hendaknya dilakukan penyolderan. Namun jika yang bocor pada pipa-pipa yang dialiri udara panas, hendaknya diganti saja. Perhatikan solder elektrik berikut ini!



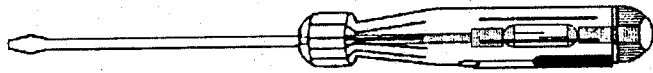
Gb. Solder Elektrik

Dalam pekerjaan penyolderan yang harus diperhatikan ialah permukaan pipa yang disolder harus bersih dari kotoran yang menempel. Oleh sebab itu sebelum disolder harus dibersihkan kemudian diberi pasta.

PERALATAN DARI TESPEN

Tespen adalah sebuah alat dwi fungsi. Fungsi pertama untuk mengetahui adanya aliran tegangan AC (arus listrik PLN) dan fungsi kedua sekaligus dipakai untuk obeng. Bentuknya memang menyerupai obeng. Hanya bedanya terletak pada tangkainya. Bagian dalam tangkainya dilengkapi semacam lampu yang dapat dipakai untuk

memeriksa (mengetes). Pada ujung batangnya ada baut yang berhubungan dengan kutub lampu. Sementara kutub lainnya berhubungan dengan tangkai (pncolok) obeng tersebut.



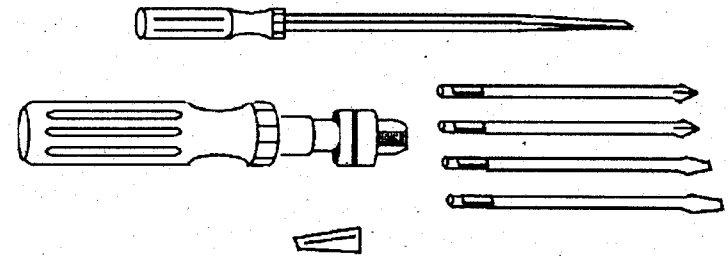
Gb. Bentuk tespen yang dwi fungsi

Cara pemakaiannya ialah peganglah batang obeng dan jari telunjuk anda menyentuh pada bagian baut yang ada di atas batang tersebut. Tempelkan tangkai obeng pada tempat yang diduga ada aliran listriknya. Jika memang terdapat aliran, obeng akan menyala.

SEPERANGKAT OBENG LENGKAP (SATU SET)

Dalam pekerjaan mereparasi mesin pendingin, orang perlu obeng. Maka obeng harus dipersiapkan sebelum melakukan pekerjaan mereparasi atau memeriksa mesin pendingin. Fungsi obeng semua tahu, yaitu untuk membuka baut-baut (screw-screw) yang menjadi pengikat bagian satu dengan yang lainnya.

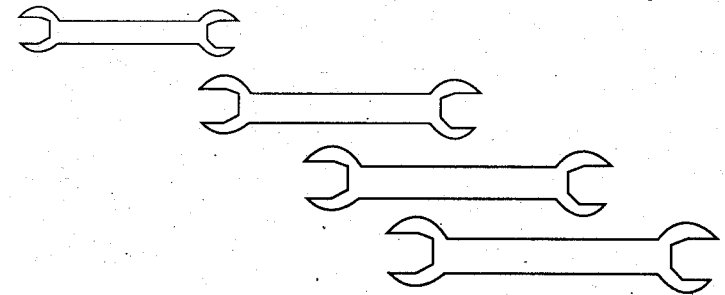
Obeng jangan hanya memiliki satu jenis dan satu ukuran. Hal ini dikaernakan baut yang terpasang pada mesin pendingin pun beraneka ragam, ada yang besar dan ada yang kecil. Oleh sebab itu, anda harus persiapkan satu set obeng, mulai dari yang terkecil sampai yang terbesar. Dan obeng dalam bentuk pipih serta bentuk kembang (+). Perhatikan gambar obeng set berikut ini!



Gb. Obeng set yang tangkainya bisa dilepas

SEPERANGKAT KUNCI PAS

Pada mesin pendingin, baik kulkas maupun freezer terdapat bermacam-macam baut yang cara melepaskannya tidak bisa dengan obeng. Cara pemasangan dan pelepasannya membutuhkan kunci pas. Oleh karena itu seseorang yang hendak membongkar atau memperbaiki mesin pendingin dibutuhkan kunci-kunci pas. Alangkah baiknya jika memiliki satu set, dari segala ukuran, mulai dari yang terkecil sampai yang terbesar.



Gb. Kunci pas yang dibutuhkan

DENTAL MIRROR (CERMIN DENTAL)

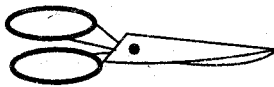
Dental mirror atau cermin dental berfungsi untuk memeriksa bagian-bagian pipa yang dicurigai terdapat

kebocoran. Kemudian apabila sudah dipastikan ada kebocoran maka pada bagian tersebut ditandai. Hal ini untuk memudahkan dalam mencari dan menyoldernya. Jika tidak ditandai dikhawatirkan akan tidak ditemukan lagi. Dengan demikian akan menambah pekerjaan anda.

Dental mirror biasanya dilengkapi dengan lampu baterai. Ini akan membantu memudahkan anda mencari bagian-bagian pipa yang bocor dalam gelap. Dengan dilengkapi lampu baterai akan menjadi terang dan bagian yang bocor mudah terlihat.

GUNTING SENG

Gunting seng bisa diperlukan sewaktu-waktu, namun fungsinya tidak begitu penting. Kita pakai gunting jika membutuhkan untuk memotong plat seng atau aluminium demi keperluan pada mesin pendingin. Tapi demi kelengkapan peralatan, diusahakan harus disiapkan. Sebawa sewaktu-waktu anda memerlukan juga.



Gb. Gunting seng

POMPA VACUM

Pompa vacum sangat diperlukan dalam mereparasi mesin pendingin. Cara pemakaiannya ialah alat ini dipasang pada pipa agar di dalam pipa mesin pendingin menjadi vacum. Hal ini dilakukan sebelum mesin pendingin diisi gas freon (refrigerant). Pompa vacum yang bertype kecil berupa kompresor hermetic, sedangkan yang besar memakai dinamo yang terpisah.

BAB 8 MENGANALISA DAN MEMPERBAIKI KERUSAKAN MESIN PENDINGIN

Pada bab ini kita akan mempelajari bagaimana cara menganalisa dan memperbaiki kerusakan mesin pendingin, yang lazimnya disebut freezer atau kulkas. Sesungguhnya kerusakan pada kulkas atau freezer itu jenisnya banyak sekali.

Untuk mengetahui kerusakan yang terjadi, terlebih dahulu kita harus mengetahui keadaan mesin pendingin yang bersangkutan. Yakni bentuk cacat yang terjadi, kemudian menganalisa kerusakan tersebut mungkin karena pengaruh salah satu sebab atau yang lainnya, selanjutnya dilakukan pemeriksaan.

Pada umumnya gangguan pada kulkas maupun freezer terjadi disebabkan oleh :

- karena kebocoran pada bagian pipa-pipanya
- karena terlalu berlebihan dalam pengisian gas freon
- karena konseleting pada spoel motornya
- karena kekurangan dalam pengisian gas freon
- karena kebocoran kompresor
- dan lain sebagainya

Gangguan-gangguan yang telah disebutkan di atas ditinjau secara umum saja. Adapun secara terperinci bisa kita lakukan penganalisaan berikut ini :

MESIN KULKAS TIDAK BEKERJA

Terkadang saat socket ditancapkan pada stop kontak PLN mesin kulkas tidak bekerja sama sekali ini menandakan adanya kerusakan pada mesin kulkas. Motor tidak terdengar gerakannya, kompresor pun demikian. Jika menjumpai kerusakan-kerusakan yang demikian ini, maka perlu diadakan perkiraan atau dugaan untuk mengetahui penyebabnya. Umumnya, jika kulkas tak bekerja meskipun kabel sudah tersambung ke stop kontak disebabkan :

- Mungkin starting pada kapasitor terbuka
- Mungkin overload terbuka
- Mungkin kontak pada relay terus membuka
- Mungkin ada kabel jeck yang putus
- Open circuitnya pada starting wingnya tidak jalan sama sekali

Apabila diduga ada kabel saluran menuju stop kontak yang terputus maka langkah-langkah yang harus dilakukan ialah :

- Periksa sambungan kabel dalam jack. Biasanya gangguan ada di daerah ini dengan terputusnya kabel.
- Periksa seluruh permukaan kabel mulai dari jack sampai ke mesin pendingin.
- Periksa pula sambungan yang menuju atau yang menempel pada motor elektro (dinamo). Mungkin pada tap-tapnya terlepas.

Apabila diduga gangguan pada overload, biasanya tegangan menjadi turun bahkan lenyap sama sekali. Periksa pada bagian-bagian berikut ini :

- Periksa sumber tegangan.
- Ukurlah, dengan menggunakan voltmeter (multitester) untuk mengetahui tegangan yang

masuk apakah sesuai dengan kebutuhan mesin pendingin.

- Carilah lokasi yang menyebabkan tegangan arus listrik menjadi menurun.

Kulkas tidak bekerja disebabkan pula karena starting kapasitor terbuka. Jika memang yang diduga di situ, maka hal-hal yang perlu dilakukan ialah :

- Periksa kapasitornya
- Jika ternyata sudah aus, maka harus diganti dengan yang baru

Kemungkinan juga karena relay kontak terus membuka sehingga arus tidak bisa berhubungan, yang akibatnya motor listrik (dinamo) tidak mendapatkan tenaga dan tetap mati. Langkah-langkah yang perlu diperhatikan ialah :

- Periksa kabel-kabel pada relay yang bersangkutan

- Periksa plat-plat apakah masih berfungsi
- Periksa sistem penyetelannya, apakah normal

Apabila mesin pendingin atau kulkas tidak jalan mungkin juga circuit pada startingnya mengalami gangguan, yaitu tidak jalan sama sekali. Tindakan yang harus dilakukan ialah :

- Periksa bagian ini untuk memastikan dugaan anda
- Jika memang terdapat gangguan perlu dilakukan perbaikan dengan cara pengaturan yang disesuaikan dengan petunjuk

KOMPRESOR TIDAK BISA START DAN MENDENGUNG

Jenis kerusakan lainnya sering kita jumpai adanya gangguan pada kompresor, yaitu tidak bisa distart dan

seringkali terdengar suara mendengung. Apabila anda menjumpai gangguan pada kulkas yang demikian ini dimungkinkan karena :

- Adanya perawatan dan pemakaian yang salah
- Adanya penurunan arus tegangan listrik yang masuk ke mesin motor (dinamo)
- Adanya kapasitor starting yang terbuka
- Adanya relay kontak yang terus terbuka
- Adanya open sircuit pada starting winding
- Lilitan (spoel) korseleting dengan body
- Adanya tekanan kompresor yang naik melebihi batas
- Adanya kompresor yang macet
- Adanya kerusakan pada kapasitor starting

Jika kompresor tidak bisa distart dan terdengar suara mendengung dimungkinkan adanya kesalahan dalam perawatan dan pemakaian. Langkah-langkah yang harus diperhatikan ialah :

- Periksalah socket (jeck) yang berhubungan dengan stop kontak titik PLN. Adakah kabel yang terlepas di dalamnya.
- Periksa bagian kabel penghubung arus, mungkin ada yang terputus atau tidak stabil dalam penyambungannya.
- Periksa bagian tap-tap penghubung ke kabel listrik, mungkin tap yang menempel kurang sempurna.

Kompresor yang tidak bisa distart kemungkinan pula adanya gangguan berupa sumber arus tegangan menurun. Ini bisa saja terjadi, oleh karena itu langkah-langkah yang harus dilakukan ialah :

- Periksa pada bagian sumber tegangan
- Periksa tap-tap penghubung dan bagian-bagian sebagai penyebab turunnya tegangan

- Pemeriksaan dilakukan dengan menggunakan voltmeter atau multitester. Apakah tegangan sesuai dengan yang dibutuhkan mesin pendingin.

Seandainya pada bagian sumber tegangan sudah diperiksa dan bagian penghubung atau penghantar listrik lainnya normal, maka dimungkinkan kerusakan ada pada bagian starting kapasitor. Mungkin starting kapasitor terbuka. Langkah-langkah yang harus dilakukan adalah sebagai berikut :

- Periksalah adakah kapasitor starting benar-benar aus.
- Jika memang benar-benar maka hal ini tidak boleh untuk diperbaiki karena akhirnya akan rusak kembali. Jalan yang tepat ialah mengganti dengan starting kapasitor yang baru, sesuai dengan yang lama.

Pemeriksaan berikutnya ialah pada bagian relay kontak. Kemungkinan sistem kerjanya tidak normal sehingga memberikan arus yang kecil atau bahkan sama sekali memutus hubungan pada sumber arus. Langkah-langkah yang harus dilakukan adalah sebagai berikut :

- Periksalah, mungkin posisi kontak tidak normal.
- Jika menjumpai keadaan yang tidak normal perlu dilakukan pengaturan sesuai dengan petunjuk yang ada.

Setelah pemeriksaan pada bagian relay kontak maka pemeriksaan berikutnya ialah pada circuit starting winding. Kemungkinan ada gangguan yang berupa open circuit starting winding. Langkah-langkah pemeriksaannya adalah :

- Periksalah tap-tap dan kontak-kontak yang berhubungan dengan mesin kompresor.
- Seandainya ada yang terlepas dan bisa diperbaiki hendaknya dilakukan perbaikan.

- Jika tak memungkinkan untuk diperbaiki, sebaiknya ganti dengan yang baru.

Mesin kompresor mendengung dan tidak bisa distart. Kemungkinan adanya korseleting antara spoel stator dengan body. Langkah-langkah dan tindakan yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut :

- Perlu dilakukan pemeriksaan dengan menggunakan multitester (ohm meter). Tempelkan pencolok merah pada body dan pencolok lainnya tempelkan pada kutub-kutub spoel. Jika jarum bergerak berarti dugaan benar. Ada korseleting antara stator spoel dengan body.
- Periksalah kontak-kontak ujung atau tap-tap spoel.
- Perbaiki secara benar agar tidak terjadi korseleting. Biasanya, jika terjadi korseleting pada bagian ini, sekering akan putus.

Mungkin juga karena ada tekanan pada bagian tekanan tinggi naik. Bagian tekanan tinggi ialah mulai dari katup tekan sampai pada pipa kondensor. Oleh sebab itu perlu dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

- Periksa filter atau saringan pada daerah dekat katup, kemungkinan kotor karena tersumbat sesuatu.
- Periksa discharge line, kemungkinan tersumbat.
- Bila tersumbat bisa dibersihkan atau diganti dengan yang baru.

Apabila ada kompresor tidak bisa distart dan suaranya sering mendengung kemungkinan pula karena kompresor sendiri macet. Analisa dan praduga yang demikian itu harus dipastikan, dengan mengambil tindakan sebagai berikut :

- Periksalah kompresor. Buka secara hati-hati, mungkin minyak pelumasnya berkurang atau habis

sehingga silinder mengembang dan piston macet.

- Berilah minyak pelumas sesuai dengan petunjuk yang berlaku. Dan periksalah silinder maupun ring pistonnya.

KOMPRESOR BISA DISTART TAPI STARTING WINDING TIDAK LEPAS

Bentuk gangguan dan kerusakan lainnya pada mesin pendingin (freezer atau kulkas) ialah kompresor bisa distart, namun starting windingnya tidak terlepas. Padahal jika mesin bekerja normal maka starting windingnya akan terlepas manakala kompresor start. Bila ada gangguan semacam ini maka penyebabnya kemungkinan sebagai berikut :

- Mungkin adanya arus listrik dari sumbernya turun
- Mungkin ada rangkaian listrik yang salah (tidak beres)
- Mungkin adanya bagian relay kontak yang rusak
- Adanya kapasitas yang lemah
- Adanya tekanan tinggi di bagian pipa bertekanan tinggi (dari katup tekan pipa discharge line sampai pada pipa kondensor)

Pertama sekali yang harus diduga ialah adanya sumber arus yang turun. Ini harus diperiksa. Lakukanlah langkah-langkah sebagai berikut :

- Periksalah penghantar listrik, mulai dari stop kontak, kabel-kabel barangkali ada yang tidak beres.
- Jika tegangan arus menurun, maka hendaknya anda mengambil tindakan untuk menaikkan tegangan tersebut sehingga kebutuhan untuk kerja mesin pendingin terpenuhi.

Langkah yang kedua ialah pemeriksaan relay. Kemungkinan relay tidak berfungsi atau kurang normal sehingga starting windingnya tidak lepas walaupun kompresor bisa distart. Langkah-langkah yang harus diperhatikan dalam hal ini ialah :

- Periksalah hubungan arus pada relay tersebut dengan menggunakan multitester (pada volt meter atau ampere meter).
- Periksa mungkin ada bagian-bagian yang kurang normal. Perlu diperbaiki sesuai dengan pedoman.
- Jika memang relay rusak dan tidak bisa dipakai sebaiknya diganti dengan yang baru.

Ketidaknormalan pada starting winding atau kompresor diduga juga karena kapasitas lemah. Langkah-langkah yang perlu dilakukan ialah :

- Memeriksa kapasitor adakah kapasitasnya yang tidak normal.
- Jika terjadi kerusakan pada bagian ini, sebaiknya diganti dengan yang baru.

Kemungkinan pula adanya kondisi tekanan yang melampaui batas pada bagian daerah pipa dekat katup tekan (pipa discharge line) dan kondensor. Jika pada bentuk gangguan ini yang dicurigai ada ketidaknormalan maka perlu dilakukan tindakan-tindakan sebagai berikut :

- Periksa tekanan gas pada pipa yang diduga ada gangguan
- Periksa kran-kran barangkali ada thermostat yang tertutup
- Periksa drier stainer
- Periksa ventilasi maupun filter (saringan) udara

Pada tekanan tinggi yang melampaui batas kemungkinan pula adanya gangguan pada kompresor.

Misalnya putaran atau gerakan kompresor tidak lancar. Dalam hal ini bila dilakukan tindakan-tindakan sebagai berikut :

- Periksalah kompresor, piston-pistonnya dan ring-ring piston
- Periksa minyak pelumasnya barangkali berkurang
- Periksa katup penghisap dan katup tekannya
- Periksa kerja dinamo dan segala yang berhubungan dengannya

OVERLOAD MEMBUKA, KOMPRESOR BISA DISTART ATAU BERJALAN

Overload adalah suatu komponen pada mesin pendingin (kulkas maupun AC). Cara kerjanya otomatis. Ia akan memutuskan arus listrik yang mengalir ke motor (dinamo), apabila arus yang masuk berlebih-lebihan atau melebihi batas. Kemudian akan bisa kontak kembali jika keadaan menjadi normal. Overload ini dipasang sebagai pengaman dinamo.

Biasanya overload dipasang menempel pada badan kompresor. Umumnya overload yang digunakan memiliki dua atau tiga tap-tap penghubung (terminal).

Apabila overload membuka atau menutup namun kompresor tetap berjalan maka hal ini terdapat gangguan yang perlu dilakukan pemeriksaan. Bagian-bagian yang diduga terdapat gangguan adalah sebagai berikut :

- Mungkin tegangan arus menurun
- Arus yang melewati overload melebihi batas normal
- Pada bagian-bagian tekanan rendah terjadi kompresi (tekanan yang tinggi)
- Mungkin juga keadaan overload sudah aus atau lemah

- Mungkin pada running kapasitor aus atau rusak
- Mungkin ada bagian stator yang korseleting dengan bagian bodynya
- Gerakan kompresi pada piston kompresor lemah
- Mungkin katup tekan pada discharge line bocor atau rusak
- Pendingin pada dinamo tidak mampu

Keadaan gangguan kompresor yang berjalan padahal overload (otomatis) terbuka (posisi memutus arus) kemungkinan adanya arus yang turun, sehingga overload tidak berfungsi. Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan dalam pemeriksaan adalah :

- Periksa tegangan dengan menggunakan voltmeter.
- Jika ternyata tegangan turun dan tidak sesuai dengan kebutuhan mesin pendingin, maka tegangan listrik perlu dinaikkan.

Keadaan gangguan tersebut di atas disebabkan juga karena arus terlalu besar ketika melewati bagian overload. Dengan demikian maka kompresor terus menerus bekerja tak pernah berhenti. Ini menyebabkan mesin menjadi rusak dan dinamo menjadi aus. Hal-hal yang perlu dilakukan ialah :

- Periksalah pada bagian fan mungkin pemasangannya tidak tepat dengan overload
- Lakukanlah pemeriksaan dengan ohm meter barangkali ada bagian yang korseleting

Kompresi (tekanan freon) pada bagian suction line (bagian tekanan rendah) mengalami tekanan gas freon terlalu tinggi. Jika diduga demikian, maka langkah yang harus dilakukan adalah sebagai berikut :

- Hendaknya diperiksa tekanannya dengan menggunakan alat untuk mengetahui seberapa besar

tekanan tersebut, apakah normal atau memang berlebihan.

- Periksa pula pada bagian thermostat unit, mungkin ada gangguan di sini.

Overload lemah menyebabkan kompresor terus berjalan meskipun sebenarnya batasnya harus pasip. Jika yang dicurigai pada overload lemah maka hal-hal yang harus dilakukan adalah sebagai berikut :

- Periksalah overloarnya
- Periksa pula arusnya apakah normal
- Jika overload lemah harus diganti dengan yang baru

Running kapasitor harus diperiksa jika terjadi gangguan misalnya overload membuka atau menutup namun kompresor tetap start atau berjalan. Hal-hal yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut :

- Periksalah pada komponen kapasitor dengan menggunakan ohm meter (multitester)
- Jika dipastikan rusak, maka harus diganti dengan yang baru

Jika pada bagian-bagian di atas tidak dijumpai gangguan, maka pekerjaan berikutnya ialah memeriksa dinamo. Mungkin gangguan terletak pada bagian stator ada yang berhubungan dengan body sehingga terjadi korseleting. Langkah-langkah yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut :

- Periksa tahananannya terhadap tahanan body dengan menggunakan multitester
- Jika memang terjadi kerusakan, maka perlu dilakukan penggantian

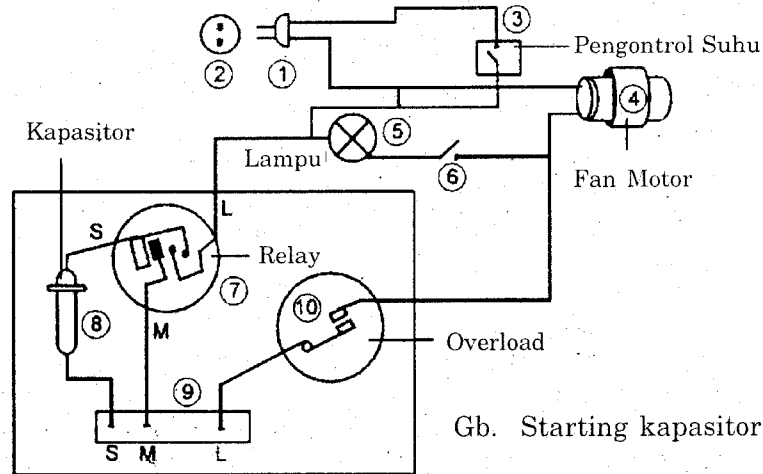
Dimungkinkan pula adanya kerusakan pada katup untuk discharge bocor atau rusak. Ini akan menyebabkan overload terus menerus menutup, tak bisa bergerak secara

otomatis. Bila yang dicurigai pada bagian ini maka langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- Periksa tekanan phase yang diperbaiki
- Bila tekanan kurang dari keadaan sesungguhnya, katup kompresor perlu diganti dengan yang baru

STARTING KAPASITOR TERBUKA

Pada mesin pendingin jenis kecil yang menggunakan motor kompresor seperduabelas sampai seperdelapan PK, biasanya tidak perlu menggunakan starting kapasitor. Namun untuk mesin pendingin yang memiliki dinamo seperenam sampai sepertiga PK biasanya dilengkapi starting kapasitor. Fungsinya sebagai pembantu untuk memperkuat motor ketika mulai hidup. Kapasitor yang dipakai harus disesuaikan. Biasanya untuk mesin jenis refrigerator menggunakan kapasitor sebesar 50-150 μF (mikrofarad). Bila pada kapasitor ini terbakar atau terjadi korseleting terminalnya, maka ia akan terbakar. Dan jika sudah terbakar, motor tak mendapat bantuan ketika mulai hidup.



Keterangan :

1. Socket atau jeck ke PLN
2. Stop kontak dari PLN
3. Pengontrol suhu (thermostat)
4. Fan pendingin dinamo
5. Lampu
6. Cabinet light
7. Push on relay
8. Starting Capasitor
9. Terminal Box
10. Overload

Kapasitor yang berfungsi sebagai pembangkit daya kerja putaran dinamo awal bisa terbakar. Gangguan tersebut dimungkinkan, karena sebab-sebab sebagai berikut :

- Terlalu seringnya start pada dinamo
- Terlalu lama kumparan bantu starting winding bersambung ketika start
- Dimungkinkan adanya ketidakberesan atau kerusakan pada bagian relay
- Mungkin kapasitor memiliki kapasitas yang tak sesuai dengan kebutuhan
- Terminal (kutub) kapasitor korseleting karena adanya air

Terlalu seringnya start pada kompresor karena sebentar-sebentar rangkaian otomatis memutus arus. Sehingga kompresor sering mati, lalu hidup kembali. Keadaan demikian ini akan menambah beban pada starting kapasitornya. Sebab dengan seringnya start, semakin sering pula kapasitor membantu untuk menggerakkan motor manakala pada awal putarannya. Hal ini menyebabkan starting kompresor menjadi terbakar. Langkah-langkah yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut :

- Periksa kapasitornya dengan menggunakan multimeter
- Diatur agar start tidak terlalu sering dan pemutusan arus oleh otomatis tidak terlalu sering, minimal 20 kali perjam
- Jika kapasitor ternyata terbakar ganti dengan yang baru, sesuai kapasitas yang lama

Kapasitor terbakar mungkin pula disebabkan adanya gangguan pada kumparan bantu starting winding bersambungan (tergabung) agak lama manakala motor waktu start. Jika memang diduga gangguan terletak pada kumparan bantu starting winding, maka langkah yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut :

- Perlu dilakukan untuk menaikkan tegangan
- Periksalah relaynya. Jika rusak hendaknya diganti dengan yang baru

Starting kapasitor terbakar mungkin pula disebabkan karena gangguan pada bagian relay. Relaynya korseleting sehingga rusak. Bila yang dicurigai pada bagian relay, maka langkah-langkah yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut :

- Periksalah perlengkapan pada relay yang dianggap rusak
- Sempurnakan kontak maupun baut penyetelan sehingga sempurna
- Lakukan pengukuran (pengetesan) dengan multimeter
- Jika dipastikan rusak, sebaiknya diganti dengan relay yang baru

Kapasitor terbakar mungkin pula disebabkan oleh hubungan pendek karena adanya air. Air membasahi kedua terminal (tap-tap negatif positif) sehingga terjadi hubungan pendek (korseleting). Jika memang demikian

langkah-langkah yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut :

- Keringkan kapasitor dari air yang membasahi tap-tap atau terminal
- Lakukan pengukuran kapasitasnya dengan menggunakan multimeter
- Jika dinyatakan bocor, hendaknya diganti dengan yang baru sesuai kapasitas aslinya

BAGIAN RELAY TERBAKAR

Bagian relay yang terbakar membuat mesin dinamo dan kompresor sama sekali tidak bekerja, atau bahkan sebaliknya bekerja terus menerus tanpa berhenti secara otomatis. Hal ini karena fungsi relay adalah mematikan atau memutuskan arus yang masuk secara otomatis bila motor sudah berputar sekian detik atau menit. Relay yang terbakar disebabkan kemungkinan-kemungkinan sebagai berikut :

- Adanya arus tegangan yang rendah
- Adanya arus tegangan yang melebihi batas
- Adanya running kapasitor yang tidak sesuai
- Karena adanya start cycling
- Adanya relay yang terus bergetar
- Mungkin relay tidak cocok dengan spoel running

Tegangan yang rendah akan mengakibatkan relay terbakar. Tegangan yang rendah kurang dari 10 persen dari kebutuhan dinamo listrik, mengakibatkan dinamo bergerak lamban dan relay tak bisa memutuskan diri. Relay terus menerus terkena arus yang akhirnya terjadi kebakaran pada bagian ini. Jika diduga demikian, maka langkah-langkah yang harus dilakukan adalah sebagai berikut :

- Ukurlah arus tegangan dengan menggunakan multimeter (pada volt meter/AVC)
- Jika kurang dari sepuluh persen maka tegangan perlu dinaikkan

Sebaliknya, tegangan tinggi atau arus yang mengalir sangat kuat dan berlebih-lebihan menyebabkan relay terbakar. Arus yang berlebihan menyebabkan beban yang sangat berat pada rangkaian relay, yang akhirnya terjadilah kerusakan. Bila yang dicurigai karena tegangan berlebihan, maka langkah-langkah yang harus dilakukan adalah sebagai berikut :

- Lakukan pengetesan atau pengukuran menggunakan multimeter untuk memastikan apakah tegangan benar-benar melebihi batas atau tidak (gunakan AVC).
- Jika memang benar ada tegangan yang tinggi melebihi kebutuhan (ratting dinamo) maka harus diturunkan.
- Ganti relay dengan yang baru.

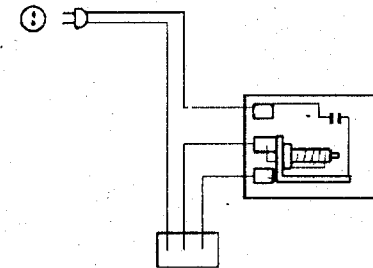
Relay yang terbakar bisa juga disebabkan karena running kapasitor tidak sesuai dan tidak cocok sehingga cara kerjanya tidak normal. Langkah-langkah yang harus dilakukan ialah :

- Cocokkanlah running kapasitor sesuai petunjuk atau pedoman.
- Bila memang kenyataannya tidak cocok sebaiknya diganti dengan running kapasitor baru yang cocok.

Keadaan yang terlalu sering start pada dinamo menyebabkan relay menjadi terbakar. Hal ini karena relay tidak tahan dengan keadaan yang demikian itu. Cobalah melakukan tindakan sebagai berikut :

- Periksa relay tersebut apakah sudah selesai

- Jika tidak cocok dan tidak sesuai sebaiknya diganti dengan yang baru
- Periksa pula starting kapasitornya



Gb. Relay starting

Relay yang bergetar akan menyebabkan hubungan pendek dan relay terbakar. Langkah-langkah yang harus dilakukan adalah sebagai berikut :

- Sebelum memasang relay hendaknya diperiksa dulu baut-baut dan mur pengikat serta plat-platnya.
- Kencangkan atau keraskan dulu sebelum dipasang
- Pemasangan pada rangkaian lain hendaknya dipastikan secara tepat dan keraskan baut-baut yang berfungsi menempelkan relay tersebut

RUNNING KAPASITOR TERBAKAR

Gangguan lain pada mesin pendingin (kulkas dan freezer) ialah terbakarnya running kapasitor. Jika running kapasitor terbakar akan mengganggu dan mempengaruhi daya kerja mesin tersebut. Penyebab terbakarnya running kapasitor misalnya :

- Karena arus tegangan yang melebihi batas
- Ratting tegangan tidak cocok dengan kapasitor
- Terminal kapasitor basah dan terjadi korseleting

Tegangan arus yang melebihi batas akan menyebabkan running kapasitor menjadi terbakar. Hal ini tidak boleh terjadi. Jika anda memang menduga terbakarnya running kapasitor karena tegangan terlalu tinggi maka perlu dipastikan dengan melakukan tindakan sebagai berikut :

- Ukurlah arus tegangan dengan menggunakan volt meter
- Jika arus berlebihan maka tegangan perlu diturunkan supaya tidak melebihi sepuluh persen dari ratting dinamo
- Kapasitor perlu diganti dengan yang baru

Running kapasitor yang terbakar bisa juga akibat tegangan ratting kapasitor tersebut tidak cocok. Perlu dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

- Lakukanlah pengukuran tegangan dengan multimeter (volt meter/AVC)
- Lakukan pengukuran kapasitas pada kapasitornya
- Ganti kapasitor yang sesuai dengan ratting yang diperlukan oleh dinamo

Terbakarnya kapasitor disebabkan pula karena korseleting akibat masing-masing terminal basah oleh air. Hal ini tidak boleh terjadi. Langkah-langkah yang harus dilakukan adalah sebagai berikut :

- Periksa kapasitor dengan menggunakan multimeter (pada ohm meter) untuk mengetahui rusak atau tidak
- Jika rusak ganti dengan yang baru
- Jaga dan usahakan agar terminal kapasitor tidak korseleting akibat basah oleh air

REFRIGERATOR SUCTION TERLALU PANAS

Refrigerator suction yang terlalu panas dan tidak bisa dingin adalah termasuk gangguan. Hal ini tidak boleh dibiarkan. Biasanya pada suction memang dalam keadaan temperatur tinggi namun kadangkala berubah-ubah. Jika tidak, berarti ada kesalahan baik pada rangkaian evaporator maupun yang lainnya. Dimungkinkan karena :

- Pintu lemari es (mesin pendingin) sering dibuka.
- Rak dalam ruangan kulkas terlalu penuh sesak isinya
- Mungkin makanan yang panas dimasukkan saja dalam ruangan kulkas
- Kebocoran pada karet perapat pintu
- Lampu pada ruangan kulkas tidak bisa mati secara otomatis)
- Thermostat disetel keliru, terus pada posisi warmer
- Fan (kipas) sirkulasi dingin tidak normal bekerjanya
- Katup penghisap pada kompresor tidak normal

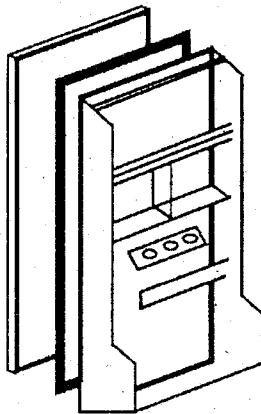
Pintu lemari es (kulkas maupun freezer) jangan seringkali dibuka. Bila dilakukan sesering mungkin maka udara di dalam ruangan tidak bisa mencapai titik dingin sesuai yang diharapkan. Jika pintu kulkas terlalu sering dibuka, maka udara di ruangan yang mulai membeku akan menguap. Lalu udara panas dari luar ruangan masuk. Hal ini akan mempengaruhi refrigerator suction.

Begitu juga dalam masalah perawatan dan pemakaian misalnya penempatan barang-barang di dalam ruangan kulkas harus diperhatikan. Ruang kulkas yang diisi penuh sesak akan mempengaruhi sirkulasi udara di dalamnya. Dengan demikian akan berpengaruh pula pada evaporatornya. Dan evaporator akan mempengaruhi refrigerator suction. Oleh sebab itu, pengaturan untuk

mengisi ruang kulkas harus diperhatikan, jangan sampai penuh sesak.

Refrigerator suction yang terganggu bisa juga disebabkan karena makanan atau sesuatu yang panas dimasukkan begitu saja ke dalam ruangan kulkas. Ini jangan sekali-kali dilakukan. Jika makanan atau sesuatu yang panas dimasukkan ke dalam ruangan, maka suhu dalam ruangan terpengaruh panas. Temperatur yang tinggi dan diserap evaporator akan masuk dan mempengaruhi refrigerator suction. Oleh sebab itu hindarkan tindakan-tindakan pemakaian yang salah seperti itu.

Gangguan tersebut di atas (pada refrigerator suction) mungkin pula disebabkan oleh kebocoran pada karet perapat pintu. Ruangan kulkas maupun freezer tidak boleh bocor, harus tertutup sama sekali. Jika ada kebocoran, misalnya tutup perapat pintu rusak karena terlalu sering dibuka, maka ruangan tidak bisa dingin semaksimal mungkin. Ini mempengaruhi evaporator sehingga daya serap pun berpengaruh pada refrigerant suction.

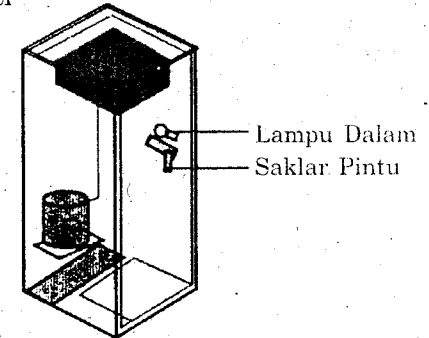


Gb. Perapat pintu kulkas (dilepas satu persatu)

Apabila memang yang diduga pada bagian perapat pintu kulkas, sebaiknya diperiksa. Jika ternyata ada kerusakan atau sudah tidak baik, perlu diperbaiki jika bisa. Namun jika kerusakan sudah fatal, sebaiknya dibeli penutup yang baru.

Lampu dalam ruangan kulkas yang normal ialah jika pintu dibuka lampu dengan sendirinya menyala. Jika pintu ditutup lampu akan padam. Bila lampu pada kulkas ini tidak bisa mati jika kulkas ditutup, maka akan mengganggu penguapan, yang akhirnya akan mempengaruhi refrigerant suction tidak bisa dingin (terlalu panas). Langkah-langkah yang harus diperhatikan ialah :

- Periksa saklar lampu
- Jika terjadi gangguan perlu diperbaiki, bila rusak harus diganti



Gb. Lampu dan saklar interior

Thermostat yang keliru atau tidak sempurna penyetelan bautnya, hendaknya diperiksa. Barangkali gangguan disebabkan thermostat tidak sempurna. Biasanya kesalahan pada penyetelan, yakni disetel pada posisi warmer. Padahal jika dijumpai refrigerator suction yang terlalu panas, hendaknya thermostat disetel pada posisi colder.

Refrigerator suction yang terlalu panas dan tidak bisa dingin dimungkinkan pula karena fan (kipas) sirkulasi udara dinginnya tidak bekerja sama sekali. Ini bisa terjadi. Langkah-langkah yang harus dilakukan ialah :

- Periksalah fan (kipas) yang diduga ada kerusakan
- Mungkin saklar pada fan rusak
- Ada kabel yang kurang beres
- Fan yang rusak harus diganti dengan yang baru

Katup penghisap yang tidak normal atau rusak bisa pula berpengaruh pada refrigerator suction. Hal ini karena gas freon tidak bisa dihisap oleh katup tersebut sehingga terjadi tekanan pada suction line. Jika memang yang dicurigai terletak pada kerusakan katup hisap, maka langkah-langkah yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut :

- Periksa pada bagian kompresor
- Periksa pada bagian filternya
- Jika katup hisap ternyata rusak maka perlu diganti kompresornya sekalian dengan yang baru

GANGGUAN BERUPA SUARA BERISIK

Apabila dijumpai kulkas yang menimbulkan suara berisik hendaknya jangan dibiarkan. Kalau dibiarkan berlarut-larut, dikhawatirkan akan mempengaruhi unit lainnya sehingga timbul kerusakan baru. Sebaiknya diperiksa. Kemungkinan-kemungkinan suara berisik pada mesin pendingin disebabkan :

- Adanya pipa yang berhimpitan dengan cabinet
- Adanya sekrup atau baut yang kurang keras atau terlepas
- Mungkin pada fan ada kerusakan
- Mungkin pada kompresor terdapat kerusakan

Pemeriksaan pertama untuk memastikan dugaan penyebab gangguan ialah pada pipa-pipa mesin pendingin. Dikhawatirkan adanya pipa-pipa yang berhubungan satu sama lain atau berhimpitan dengan cabinet. Jika memang demikian, maka hendaknya jarak antara pipa yang satu dengan yang lain diatur secara normal, sesuai dengan petunjuk yang berlaku (ukuran standard). Dan jika pipa menempel pada cabinet, hendaknya dijauhkan.

Pemeriksaan berikutnya ialah mencermati seluruh rangkaian yang terpasang dengan baut atau sekrup. Mungkin ada sekrup yang terlepas atau kurang keras sehingga menimbulkan suara berisik. Jika menjumpai sekrup yang terlepas, maka pasang kembali. Bila menjumpai sekrup yang kurang kencang, hendaknya dikeraskan sehingga benar-benar dapat memastikan kalau pemasangan semua baut dan sekrup cukup sempurna.

Langkah selanjutnya ialah memeriksa fan (kipas) pada motor. Mungkin ada kerusakan atau cara kerjanya tidak normal. Bila terdapat kerusakan dan bisa diperbaiki, lakukanlah perbaikan. Namun jika dianggap perlu diganti, sebaiknya ganti saja dengan fan yang baru.

Pada kompresor juga perlu diperiksa sebab bisa juga suara yang berisik disebabkan kerja kompresor kurang sempurna. Periksalah katup-katupnya, sekring piston (jika memakai piston) atau yang berhubungan dengan komponen kompresor. Bila memang keadaannya rusak, bisa diganti dengan yang baru.

KOMPRESOR MACET

Motor berjalan (berputar) jika mendapatkan tegangan, tetapi kompresor tak mau bekerja. Kompresor yang macet akan mempengaruhi seluruh kerja mesin pendingin. Karena macetnya kompresor maka gas freon dalam rangkaian pipa

akan pasip. Penyebab kompresor macet seringkali disebabkan karena hal-hal berikut :

- Adanya katup yang sudah aus
- Mungkin minyak pelumasnya berkurang
- Mungkin kompresor terlalu panas
- Mungkin terjadi kebocoran pada silinder atau kebocoran minyak pelumas

Periksalah katup hisap dan katup tekan pada kompenen kompresor. Macetnya kompresor mungkin karena kerusakan katup atau kelep. Bila ternyata rusak, hendaknya diganti dengan yang baru.

Periksa juga pada minyak pelumas kompresor. Barangkali minyaknya kurang mencukupi sehingga terjadi kemacetan. Ini terutama pada kompresor yang menggunakan sistem torak atau piston. Bila perlu, tambahkan minyak pelumas yang khusus untuk kompresor ini. Jumlah pelumas yang diisikan harus sesuai dengan pedoman.

Kompresor yang terlalu panas menyebabkan ruang silinder akan mengembang. Ini biasanya terjadi pada kompresor sistem torak. Berkembangnya piston atau torak akan menyebabkan penyempitan pada silinder. Akibatnya terjadi kemacetan. Bila sudah demikian, maka hendaknya ganti kompresor sejenis dengan yang baru.

BAB 9 MENGENAL CARA KERJA SISTEM AC (AIR CONDITIONER)

AC (Air Conditioner) adalah suatu jenis mesin pendingin mempunyai fungsi sebagai penyejuk ruangan. AC memiliki bentuk fisik yang lebih kecil dibandingkan kulkas maupun freezer. Namun sekarang ini telah diproduksi jenis AC yang berukuran besar untuk keperluan ruangan yang besar. Cara kerjanya hampir sama dengan kulkas dan freezer.

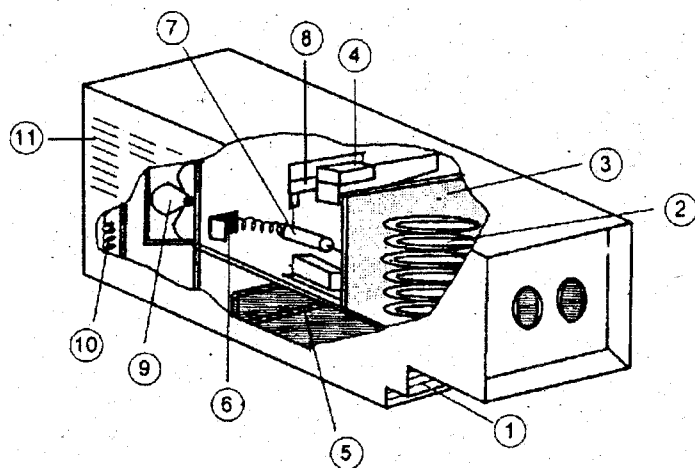
Ditinjau dari konstruksinya, mesin AC dibagi menjadi dua bagian atau dua sisi. Yakni sisi depan dan sisi belakang. Sisi luar yaitu bagian yang berada di luar ruangan dan sisi dalam ialah bagian yang berada di dalam ruangan.

Sisi luar terdiri dari :

- Daun kipas (daun fan) yang bisa bergerak
- Tangki penampung air
- Pipa kapiler dan kondensor
- Filter udara sebagai penyaring kotoran

Sisi dalam terdiri dari :

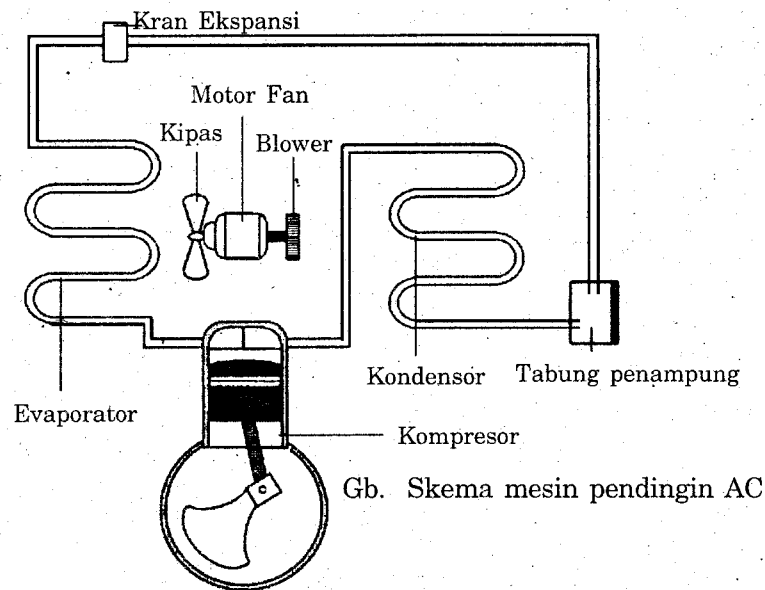
- Katup ekspansi
- Pipa penguapan (pipa evaporator)
- Daun kipas pendorong (blower) udara segar
- dan lain sebagainya



Gb. Konstruksi mesin AC

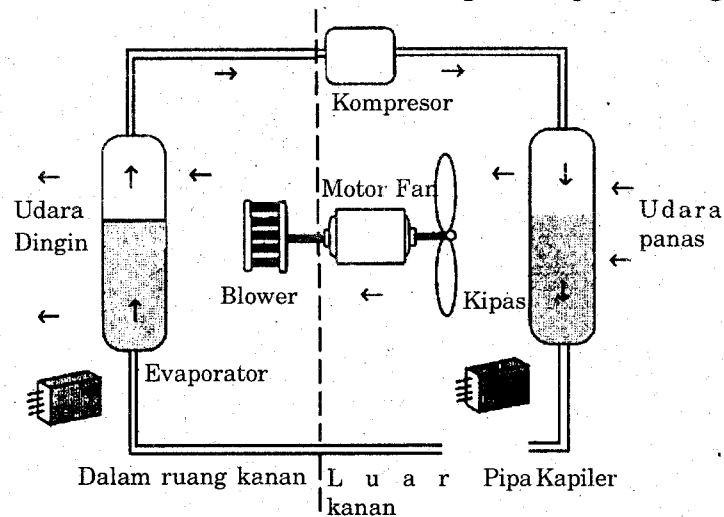
Keterangan :

1. Celah udara dingin yang masuk ruangan
2. Pipa penguap atau pipa evaporator (pendingin)
3. Filter (saringan udara)
4. Thermostat sebagai otomatis rangkaian mesin
5. Saludaran udara keluar
6. Pembuangan udara
7. Pengatur
8. Fan (kipas blower)
9. Kipas untuk kondensor
10. Pipa kondensor
11. Saluran udara dari luar ruangan



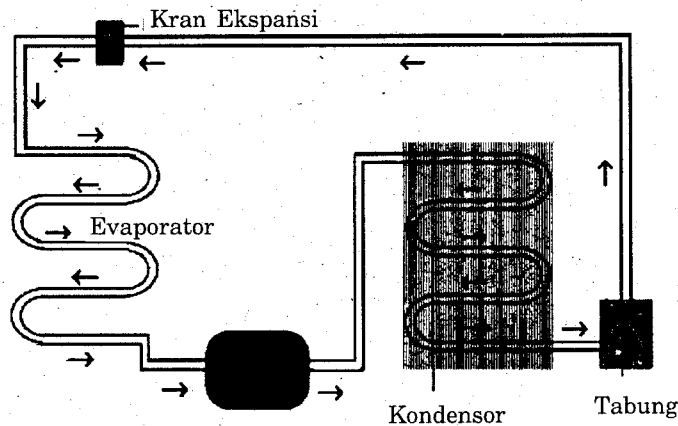
Gb. Skema mesin pendingin AC

Gb. Pemasangan AC pada ruangan



PROSES PEREDARAN BAHAN PENDINGIN

Bahan pendingin (refrigerant) bisa menggunakan gas freon. Gas freon merayap dalam pipa-pipa dengan mendapat tekanan kerja kompresor. Gas yang mendapat tekanan kompresor merayap menuju pipa kondensor. Keadaan gas yang berupa uap dari kondensor menuju ke tangki penampung. Gas terus merayap menuju ke katup ekspansi. Selanjutnya peredaran uap sudah bercampur dengan refrigerant atau freon dalam pipa evaporator. Keadaan dalam evaporator mengalami penguapan karena kondisinya berupa tekanan (temperatur) yang sangat rendah. Dari evaporator disedot oleh katup penghisap pada kompresor yang selanjutnya ditekan dengan katup tekan menuju ke pipa kondensor kembali. Demikian putaran terus menerus selama kompresor yang digerakkan motor bekerja.

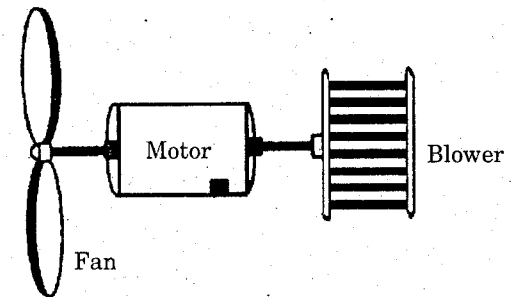


Gb. Proses perjalanan gas freon

Perlu diketahui bahwa letak kondensator dan pipa evaporator pada mesin AC keadaannya bertolak belakang.

Pipa kondensor berada di sisi luar ruangan dan pipa evaporator berada di sisi dalam ruangan. Di tengah-tengah antara keduanya ada fan (kipas). Ada dua fan, yang fungsinya berlainan :

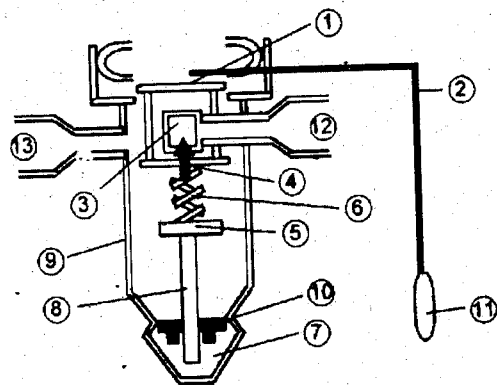
- Kipas luar yang berdaun sebagai kipas kondensor
- Kipas dalam sebagai blower untuk menekan udara bertemperatur rendah masuk ruangan kamar. Blower menghadap ke pipa evaporator. Kedua kipas tersebut digerakkan oleh satu dinamo.



Gb. dua fan (kipas) yang digerakkan satu dinamo

CARA KERJA KATUP EKSPANSI

Pada mesin pendingin, terutama pada mesin air conditioner umumnya banyak menggunakan katup ekspansi dalam pelengkap rangkaian pipa-pipa. Fungsinya katup ekspansi ini sama seperti pada pipa kapiler, yaitu untuk mengatur masuknya cairan refrigerant (freon) secara otomatis ke pipa evaporator. Pada katup ekspansi terdapat berbagai komponen yang mendukung kerja secara otomatis.



Gb. Katup ekspansi pada mesin AC

Keterangan :

1. Tabung tekanan (*bulb pressure*)
2. Pipa kapiler (*capillary tube*)
3. Tekanan evaporator (*evaporator pressure*)
4. Katup jarum (*valve needle*)
5. Dudukan jarum (*valve seat*)
6. Pegas tekanan (*superheat spring*)
7. Diafragma
8. Batang pendorong
9. Rumah (*body*)
10. Penekan gas (*spring pressure*)
11. Tabung pengatur (*remote bulb*)
12. Bagian masuk/hisap (*inlet*)
13. Bagian keluar/tekan (*outlet*)

Adapun cara kerja katup ekspansi ini adalah sebagai berikut :

Cairan freon (refrigerant) yang bertekanan tinggi merayap ke ruangan inlet, yaitu dari katup ekspansi. Oleh

katup ekspansi mendapat tekanan yang cukup tinggi maka jarum *spuyer* terpengaruh (terdorong). Dengan demikian cairan merayap melalui celah inlet menuju ke dalam evaporator. Kondisinya tetap, sebab hasil dari tekanan kompresor juga tak berubah.

Cairan yang bertekanan tinggi merayap melalui celah jarum sempit dan menuju ke ruangan yang lebih besar, maka keadaan menyembur dan menjadi uap. Penguapan dibantu dengan udara panas, yang berasal dari sekitar evaporator. Karena proses yang demikian itu maka suhu menjadi bertemperatur rendah sekali (dingin). Udara yang dingin dalam ruangan evaporator kemudian ditekan keluar melalui celah-celah dengan bantuan blower. Akhirnya udara dingin menyebar ke segala penjuru kamar.

Katup ekspansi dipasang sedemikian rupa, sehingga manakala mesin bekerja, secara otomatis jarum pada katup tersebut memutuskan secara otomatis, dengan bantuan pengontrol suhu. Jika suhu sudah dalam keadaan stabil, maka bagian tersebut akan bekerja kembali terutama pada bagian motor dan kompresornya.

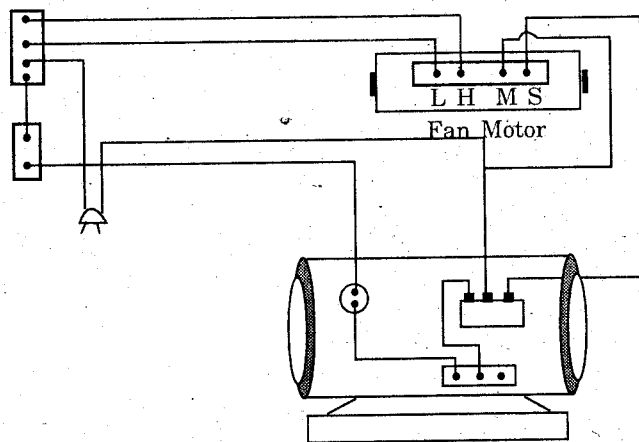
KAPASITOR PADA MESIN AC

Pada mesin AC banyak pula dijumpai rangkaian komponen yang disebut kapasitor. Komponen ini mempunyai fungsi sebagai pembangkit awal (*starting*) dari elektromotornya kompresor. Kapasitor *starting* harus lebih besar daya kapasitasnya jika dibandingkan dengan kapasitor *running*-nya. Biasanya untuk kapasitor *starting* banyak digunakan yang berdaya kapasitas antara 200 sampai 300 mikro farad (mFD).

Sebagaimana telah diuraikan pada pembicaraan sebelumnya tentang kulkas atau freezer bahwa kapasitor ada dua jenis. Demikian pula umumnya yang ada pada

mesin pendingin AC. Yakni kapasitor starting dan kapasitor running. Ada perbedaan keduanya, yaitu terletak pada cara kerjanya.

Starting kapasitor atau kapasitor pembangkit awal bekerja dan berfungsi sebagai pembangkit putaran awal pada saat motor mendapatkan arus listrik. Kerjanya hanya sebentar yaitu setelah motor start, dalam beberapa detik, kapasitor starting ini akan mati secara otomatis. Sedangkan running kapasitor akan bekerja terus dan menerima arus tanpa henti selama kompresor atau elektromotor tidak berhenti.



Gb. Kapasitor pada rangkaian AC mutakhir (modern)

Adapun nilai kapasitas mesin pendingin AC dikenal dengan istilah *British Terminal Unit* yang disingkat *BTU*. *BTU* adalah jumlah besarnya (banyaknya) kalori atau panas yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu 1 pon air murni sebanyak 1°C. Namun dalam perhitungan biasanya menggunakan ukuran derajat fahrenheit (F).

BAB 10. MENGANALISA DAN MEREPARASI KERUSAKAN MESIN AC

Teknik mesin AC pada dasarnya tidak berbeda jauh dengan mesin pendingin jenis freezer atau refrigerator (kulkas). Kerusakan yang biasa dijumpai pada mesin pendingin jenis AC ialah adanya kondisi kemacetan, sehingga mesin AC tak bekerja sama sekali. Adapun langkah-langkah pemeriksaan adalah sebagai berikut :

- memeriksa arus tegangan listrik, kabel-kabel, jack, stop kontak dan terminal-terminalnya
- memeriksa motor dinamo
- memeriksa kompresornya, katup-katup yang berhubungan dengan komponen ini
- memeriksa kebocoran pada jaringan pipa-pipanya
- memeriksa fan dan motor fan
- memeriksa filter atau saringan udara dan lain sebagainya

Untuk mengetahui dengan terperinci maka hendak memperhatikan hal berikut ini :

MEMERIKSA ARUS TEGANGAN LISTRIK

Mesin AC yang tidak bekerja, kemungkinan terdapat gangguan pada penghantar sehingga arus tegangan tidak bisa memberikan tenaga pada elektromotornya. Kemungkinan-kemungkinan yang terjadi adalah sebagai berikut :

- mungkin terminal (tap) kabel pada jack putus
- mungkin stop kontak putus

- kemungkinan pula kabel penghantar dari jack ke mesin AC putus
- mungkin pula terminal pada mesin ada yang kurang sempurna
- mungkin arus tegangan menurun, dan lain sebagainya

Hal pertama yang harus dilakukan dalam menghadapi mesin AC yang tak berkerja sama sekali ialah memeriksa tap-tap atau terminal-terminal kabel yang menempel pada jeck PLN. Bukalah jack tersebut dan periksalah. Pasang dengan benar dan pastikan tidak ada yang putus. Jaga jarak antara kutub yang satu dengan yang lain agar tidak terjadi korsleting. Jika keadaan kabel pada jack sudah sempurna, selanjutnya periksalah stop kontak (titik PLN). Masukkan obeng tespen untuk mengetahui apakah stop kontak ada tegangan. Jika ada lanjutkan pemeriksaan pada bagian lain.

Periksalah kabel dari jeck ke bagian mesin AC. Mungkin ada yang putus di dalam sehingga kita tidak bisa melihat dengan mata, sebab kawat penghantar terbungkus isolasi. Untuk memeriksa bisa dilakukan dengan menggunakan multitester (saklar pada posisi OHM). Yang perlu diperhatikan, ketika memeriksa kabel penghantar ini anda harus melepas jeck dari stop kontak terlebih dahulu.

Apabila pada kabel penghantar sempurna, tak ada yang putus, langkah berikutnya ialah memeriksa terminal kabel tersebut dalam mesin AC. Periksalah terminal atau tap penghubung pada bagian kapasitor atau pada bagian relay. Pastikan sambungan di bagian ini telah kuat dan sempurna. Kemudian periksa pula keadaan arus listrik. Cara memeriksa keadaan tegangan ialah menggunakan multitester, posisi skalar pada ACV.

MEMERIKSA ELEKTROMOTOR

Apabila keadaan arus tegangan dari listrik telah diperiksa dan keadaannya dipastikan normal, maka langkah berikutnya ialah memeriksa elektromotor. Jika diduga kerusakan pada elektromotor

maka yang harus diperiksa adalah sebagai berikut :

- Periksalah spoel-spoel, barangkali ada kumparan yang putus. Pemeriksaan dilakukan menggunakan multitester
- Periksa rotor dan stator, mungkin ada kabel pada kutubnya yang korsleting
- Periksa stator body, barangkali ada korsleting
- Semua pemeriksaan menggunakan multitester, saklar pada posisi ohm meter

PEMERIKSAAN PADA KOMPRESOR

Semua mesin pendingin, selalu menggunakan kompresor, mesin AC, freezer maupun kulkas menggunakan kompresor untuk kepentingan memompa refrigerant (gas freon) pada jaringan pipa dan sekaligus menyedotnya, sehingga terjadi sirkulasi gas maupun cairan pada rangkaian pipa-pipa tersebut. Jika pada kompresor terjadi kerusakan maka gas maupun cairan freon tidak akan bisa merayap berarti mesin pendingin (AC) tidak bisa bekerja.

Apabila diduga adanya kerusakan pada kompresor maka analisa gangguan tersebut terletak pada :

- katup atau klep yang rusak atau macet
- minyak pelumas yang tidak mencukupi
- kompresor terlalu panas
- minyak pelumas bocor
- ring piston longgar (pada kompresor jenis torak)

Jika dicurigai gangguan kompresor terletak pada klep atau katupnya, misalnya katup tekan atau katup hisap, maka periksalah bagian ini. Cara yang harus dilakukan adalah membuka bagian penutup kompresor dan memastikan apakah katup rusak. Jika memang kenyataannya rusak, harus diganti dengan yang baru.

Mungkin pula dikarenakan minyak pelumas berkurang dari keadaan normal. Minyak pelumas jumlah atau banyaknya

harus sesuai dengan ukuran. Ukuran disesuaikan dengan jenis kompresor dan freon. Oleh sebab itu tambahkanlah minyak pelumas khusus untuk kompresor mesin pendingin. Setelah itu dilakukan dengan uji coba. Bila masih rewel atau tidak bekerja dengan normal, sebaiknya kompresor diganti dengan yang baru.

Gangguan pada kompresor yang sering dijumpai misalnya ialah jika elektromotor bekerja, kompresor keadaannya menjadi panas. Ini tidak boleh dibiarkan. Sebaiknya diganti dengan yang baru.

Adapun gangguan yang paling menyolok dan sering terjadi ialah kebocoran minyak pelumas pada kompresor dan pipa-pipa lainnya. Ini bisa dilihat ketika kita melakukan pemeriksaan. Kebocoran minyak pelumas biasanya tampak adanya tetesan pada mesin pendingin. Gangguan ini disebabkan adanya terminal yang pecah. Atau ada bagian pipa yang pecah. Harus dilakukan penggantian yang perlu.

KEBOCORAN PADA JARINGAN PIPA

Kebocoran pada jaringan pipa menyebabkan macetnya kerja mesin AC. Sebab dengan bocornya gas atau cairan akan menimbulkan tekanan berkurang. Padahal proses kerja atau proses menjadi suhu dingin dikarenakan sirkulasi gas atau cairan refrigerant. Jika sirkulasi tidak normal akan terjadi ketidaknormalan pula proses menjadi dingin.

Pemeriksaan kebocoran pada jaringan pipa dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu :

- pemeriksaan pada jaringan atau bagian yang bertekanan tinggi
- pemeriksaan pada jaringan atau bagian yang bertekanan rendah

Pemeriksaan jaringan atau bagian yang bertekanan tinggi ialah pada pipa-pipa kapiler, komponen kondensor dan filter. Di bagian ini mudah sekali terkena gangguan. Pemeriksaan bisa menggunakan elektronik detektor. Alat ini dilengkapi

jarum meter atau bunyi. Jika pada bagian yang diukur mengalami perubahan arus yang mengalir maka alat akan berbunyi atau menyala. Dan daya tekan bisa kita lihat dari jarum meternya. Hindarkan alat dan mesin dari asap ketika anda mendeteksi (mencari) kebocoran pada pipa-pipa yang dimaksudkan.

Pemeriksaan jaringan atau bagian yang bertekanan rendah ialah pada pipa evaporator, saluran hisap (suction line) dan pada kompresornya. Kebocoran bisa saja terletak pada bagian atau daerah ini.

Pemeriksaan pada bagian permukaan pipa-pipa yang bocor bisa dilakukan dengan menggunakan air sabun. Caranya ialah pada bagian permukaan pipa dan sambungan-sambungan harus dibersihkan dulu dengan menggunakan sikat halus. Setelah itu permukaan pipa diberi air sabun dan tunggu beberapa menit. Biasanya kalau ada yang bocor, tentu akan terlihat oleh mata dengan mudah. Biasanya, jika ada bagian yang bocor (meskipun sangat kecil) akan menggelembung air sabunya. Jika sudah diketahui pada daerah mana yang bocor, hendaknya ditandai agar memudahkan melakukan penyoderan atau penyambungan.

MEMERIKSA FAN DAN MOTOR FAN

Motor fan pada rangkaian mesin AC harus bekerja. Sebab fungsi motor fan untuk menggerakkan kipas (fan). Di mana jika kipas nanti bergerak akan mendorong udara. Apabila motor fan tidak bekerja, maka fan pun tak akan berputar dan blower pun tak bergerak. Langkah-langkah yang harus diperhatikan ialah sebagai berikut :

- periksa jaringan kabel dan tap-tap penghubungnya barangkali ada yang putus atau kurang sempurna
- periksa tap atau terminal kapasitornya
- periksa pula kapasitornya
- periksa relay
- periksa stop kontak dan jack kabel

BUNGA ES

Pipa evaporator adalah saluran gas yang bertekanan rendah. Pada evaporator suhu menjadi sangat dingin. Meskipun suhu pada pipa ini dingin, tetapi tidak boleh ada bunga-bunga es yang menempel di permukaannya. Hal ini akan menimbulkan cairan yang nantinya membasahi mesin AC. Jika permukaan pipa evaporator terdapat bunga es, maka kemungkinan akan terjadi :

- saringan udara buntu atau kotor
- aliran udara yang melewati evaporator tidak mencukupi standar yang berlaku
- refrigerant kurang, tidak memenuhi syarat
- suhu ruangan kamar terlalu dingin
- fan motor atau blower sering mati

Jika diduga gangguan tersebut dikarenakan filter atau saringan udara, maka periksalah dengan cermat. Mungkin saringan udara buntu atau kotor. Jika hal itu terjadi maka perlu diadakan pembersihan, sebab fungsi filter dalam mesin AC ialah untuk menyaring udara kotor agar jangan sampai mengganggu. Bila filter rusak, maka kotoran akan ikut masuk dan menyumbat katup ekspansi dan kapiler. Kita ketahui bersama bahwa pipa kapiler mempunyai lubang yang sangat halus, ia akan mudah tersumbat oleh kotoran yang masuk.

Suhu ruangan yang terlalu dingin, misalnya di bawah 21° Celcius akan menyebabkan timbulnya bunga es yang menempel pada permukaan pipa evaporator. Bila udara di ruangan kamar berada di bawah ukuran derajat celcius tersebut hendaknya mesin AC dimatikan saja. Di samping itu, blower yang sering mati pun menyebabkan timbulnya bunga es pada permukaan pipa evaporator. Hal ini karena suhu yang dingin dalam ruangan AC harus cepat ditekan keluar sehingga merayap melalui lubang dan menyebar ke ruang kamar. Jika blower mati, maka timbul bunga-bunga es. Hal ini karena udara yang dingin tetap berada dalam ruang mesin AC.

MILIK

Badan Perpustakaan
Propinsi Jawa Timur

295.080/BPP/R/05

21.57

RA PRASETYA, Pambudi

p.4

Pintar servis kulkas AC
(Air Conditioner)